

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Evaluación del crecimiento y rendimiento de Bombacopsis
quinatum (Jacq) Dugand en 14 sitios en Costa Rica. Indices
de sitio y algunos aspectos financieros de la especie.

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa
Conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y
Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para
optar al grado de:

Magister Scientiae

Por

CARLOS MANUEL NAVARRO PEREIRA

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Programa de Recursos Naturales Renovables

Turrialba, Costa Rica

1987

DEDICATORIA

A mis padres por su invaluable apoyo
en el transcurso de mi vida.

A Carlos Andrés mi hijo
pequeña gran luz que me
motiva a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones.

A ROCAP (Oficina Regional para Programas Centroamericanos de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de América) USAID por la beca otorgada para la realización de mis estudios.

A Héctor A. Martínez H. M. Sc. Consejero principal quien con su apoyo constante y consejos acertados hizo posible la finalización de esta tesis.

A Ronnie de Camino Dr. Rec. Nat. Miembro del Comité. Por su orientación en los temas silviculturales y económicos.

A Carlos E. Reiche C. M. Sc. Miembro del Comité. Muy especialmente por sus valiosas sugerencias en los aspectos económicos de esta tesis. Por su apoyo constante en mi vida laboral, estudiantil y personal.

A Carlos F. Burgos. Ph.D. Por sus acertados consejos en la parte de suelos.

A todas las personas del Proyecto Madeleña por su amistad y su valiosa ayuda en cada momento en que se les solicitó.

A Jorge Nuñez Solís. Ing. Agr. Por su colaboración en el trabajo de muestreo y clasificación de suelos.

A los compañeros Elizabeth Mora, Marlen Camacho y William Vásquez, por su amistad.

Al Departamento de Investigaciones de la Dirección General Forestal de Costa Rica en especial a Marta Liliana Jiménez H. y José Enelbert Castillo H. por el suministro de información.

BIOGRAFIA

El autor nació en Cartago, Costa Rica. Realizó sus estudios secundarios en el Colegio de San Luis Gonzaga, en la misma ciudad. En 1978 ingresó al Departamento de Ingeniería Forestal en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, en donde obtuvo el título de Ingeniero Forestal en el año 1981. El mismo año ingresó como Profesor de Matemática al Colegio de San Luis Gonzaga. En 1982 y 1983 fungió como profesor de Agricultura en el Colegio Agropecuario de Río Claro, Puntarenas y en el Colegio Técnico Profesional del Valle de la Estrella.

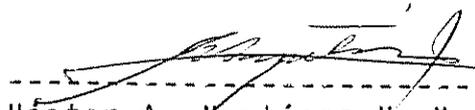
En 1984 ingresó al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza como Asistente de Economía del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía.

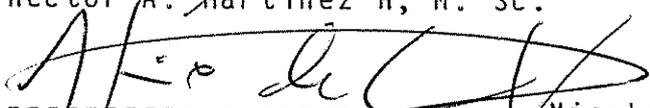
En abril de 1985 ingresó como estudiante en el Programa Conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, en el Programa de Recursos Naturales Renovables, obteniendo el grado de Magister Scientiae en junio de 1987.

Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para optar al grado de:

Magister Scientiae

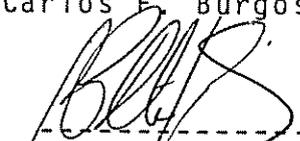
COMITE ASESOR


-----Consejero Principal
Héctor A. Martínez H, M. Sc.


----- Miembro del Comité
Ronnie de Camino V. Dr. Rec. Nat.


----- Miembro del Comité
Carlos E. Reiche Caal. M. Sc.

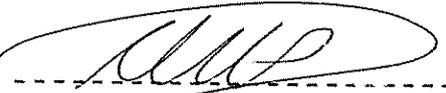

----- Miembro del Comité
Carlos F. Burgos, Ph. D.



José Francisco Di Stefano, Ph. D.
Director del Programa de Estudios
de Posgrado en Ciencias Agrícolas
y Recursos Naturales, UCR/CATIE.



Luis Estrada, Ph. D.
Decano del Sistema de Estudios
de Posgrado de la Universidad
de Costa Rica.



Carlos Manuel Navarro Pereira
Ing. For. Candidato.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	x
LISTA DE CUADROS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
1. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos.....	2
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Los ensayos de especies forestales.....	3
2.2 Parcelas permanentes de rendimiento (PPR) en plantaciones.....	3
2.2.1 Forma y tamaño de las PPR.....	4
2.3 Evaluación de la calidad de sitio.....	5
2.3.1 Calidad de sitio.....	5
2.3.2 Métodos para clasificar los sitios.....	6
2.3.2.1 Métodos directos de evaluar la calidad de sitio.....	6
2.3.2.1.1 Estimación de la calidad de sitio por registros de rendimiento históricos.....	6
2.3.2.1.2 Estimación de la calidad de sitio mediante datos de volumen del rodal.....	7
2.3.2.1.3 Estimación de la calidad de sitio mediante datos de altura del rodal.....	7
2.3.2.1.4 Métodos matemáticos de ajuste de curvas de índice de sitios.....	9
2.4 La altura de forma en la determinación del volumen..	11
2.5 Pochote (<u>Bombacopsis quinatum</u>) (Jacq) Dugand.....	12
2.5.1 Clasificación taxonómica.....	12
2.5.2 Nombres comunes.....	12

2.5.3	Descripción del árbol.....	13
2.5.4	Distribución natural de la especie.....	14
2.5.5	Especies asociadas.....	15
2.5.6	Silvicultura.....	15
2.5.6.1	Semillas.....	17
2.5.6.2	Reproducción vegetativa.....	18
2.5.6.3	Plantaciones.....	19
2.5.6.4	Técnicas de vivero.....	20
2.5.6.5	Tipos de plantación.....	21
2.5.6.6	Plagas y enfermedades.....	21
2.5.7	Descripción de la madera.....	22
3.	MATERIALES Y METODOS.....	24
3.1	Localización de las parcelas de crecimiento.....	24
3.2	Selección de los sitios y las parcelas.....	24
3.3	Régimen de propiedad.....	26
3.4	Localización geográfica.....	27
3.5	Clima.....	27
3.6	Suelos.....	29
3.7	Tamaño y forma de las parcelas.....	30
3.8	Método de medición de las parcelas.....	30
3.9	Medición del DAP y la altura total.....	31
3.10	Cálculo del volumen comercial.....	31
3.11	Cálculo del volumen total.....	31
3.12	Cálculo del incremento medio anual en diámetro y altura total por parcela.....	31
3.13	Cálculo de la altura mayor.....	32
3.14	Cálculo del índice de espaciamiento relativo o índice de Hart.....	32
3.15	Cálculo del índice de densidad del rodal.....	32
3.16	Cálculo de la altura de forma.....	32
3.17	Formularios utilizados.....	33
3.18	Procesamiento de la información.....	33
3.19	Clasificación del crecimiento.....	33
3.20	Cálculo de las curvas de índice de sitio.....	33

4. RESULTADOS.....	35
4.1 Características dasométricas de las parcelas estudiadas.....	35
4.2 Indices de sitio para pochote.....	39
4.3 Correlación entre el índice de sitio y los factores climáticos, edáficos y topográficos.....	41
4.4 Modelos de predicción del índice de sitio.....	43
4.5 La altura de forma en la determinación del volumen...	45
4.6 Clasificación taxonómica de los suelos en los sitios evaluados según el sistema U.S.D.A.....	46
4.7 Análisis financiero para una plantación de pochote...	48
5. DISCUSION.....	57
6. CONCLUSIONES.....	63
7. RECOMENDACIONES.....	65
8. BIBLIOGRAFIA.....	67
9. ANEXOS.....	74

NAVARRO P., C. 1987. Evaluación del crecimiento y rendimiento de Bombacopsis quinatum (Jacq) Dugand en 14 sitios de Costa Rica. Índices de sitio y algunos aspectos financieros de la especie. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C. R., CATIE. 137 p.

EVALUACION DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE POCHOTE (Bombacopsis quinatum) (Jacq) Dugand EN 14 SITIOS DE COSTA RICA. INDICES DE SITIO Y ALGUNOS ASPECTOS FINANCIEROS DE LA ESPECIE.

Palabras clave: Bombacopsis quinatum, crecimiento, índices de sitio, factores edáficos, altura de forma, análisis financiero.

RESUMEN

El pochote (Bombacopsis quinatum) es una de las especies preferidas en la reforestación nacional por su amplia aceptación dentro del mercado de madera para construcción de puertas, ventanas, ebanistería y tallado. La especie ha sido poco estudiada y dado el aumento del interés de los reforestadores por incluirla como especie para la reforestación, se realizó el presente estudio en 14 sitios distribuidos en todo el país, con el fin de evaluar el crecimiento y rendimiento de la especie y conocer algunos de los factores edáficos, topográficos y climáticos que determinan la calidad de sitio para esta especie.

De acuerdo con la evaluación, los sitios Palmar Norte y Bajo del Ceibo, ambos en la provincia de Puntarenas, presentaron los mayores incrementos en altura y diámetro.

Se obtuvieron los índices de sitio para dos edades base (8 y 10 años); y para cada una se calcularon los modelos de intercepto común y pendiente común, definiendo seis curvas para cada modelo.

Con base en los análisis de laboratorio y en los datos de campo, se realizó la clasificación taxonómica de los suelos en relación con las propiedades químicas y físicas, según el manual del USDA.

De la matriz de correlación obtenida entre el índice de sitio a los 10 años y las variables climáticas, edáficas y topográficas, se encontró que las variables que mostraron correlación con significancia superior al

5 % fueron la pendiente, el contenido de arcilla en porcentaje, el contenido de arena en porcentaje, el pH en agua, el pH en cloruro de potasio, el número de meses secos (precipitación entre 30 y 100 mm), el número de meses muy secos (precipitación < 30 mm) y la precipitación. Se utilizó la información obtenida en la matriz de correlación para desarrollar cuatro modelos de regresión para predecir el índice de sitio. Esos modelos explican diferentes grados de variabilidad según el grado de complejidad de cada uno. El mejor modelo explica el 98 % de la variabilidad del índice de sitio y los modelos simplificados explican el 66 % y el 50 %.

Se realizaron dos análisis financieros para la plantación de Juanilama de Esparza. El primero fue un análisis real con base en el historial de la plantación y la densidad de plantación (6,5 m x 3 m), el segundo fue un análisis simulado utilizando una densidad de plantación de (2,5 m x 2,5 m) y suponiendo raleos a los 6 y 15 años de edad. También se realizó un análisis financiero para las plantaciones de Bajo del Ceibo de Puntarenas y Palmar Norte; la plantación de Bajo del Ceibo resultó ser la más rentable desde el punto de vista financiero.

Se determinó la altura de forma para cada medición y cada parcela y se elaboró un modelo de regresión lineal entre la altura de forma y la altura media para explorar la posibilidad de utilizar la altura de forma en la realización de inventarios en parcelas de pochote. La regresión lineal presentó un coeficiente de determinación ($r^2 = 0,98$) muy satisfactorio que nos permite la posibilidad de utilizar la altura de forma para sitios similares.

NAVARRO P., C. 1987. Evaluation of growth and yield of Bombacopsis quinatum (Jacq) Dugand in 14 sites in Costa Rica. Site index and financial aspects. Thesis Mag. Sc., Turrialba, C. R., CATIE. 137 p.

Keywords: Bombacopsis quinatum, growth, site index, edaphic factors, form height, financial analysis.

SUMMARY

Pochote (Bombacopsis quinatum) is one of the species preferred in reforestation because of its acceptance in the wood market for the construction of doors, windows, cabinetwork and carving. The species has not been widely studied, and due to its potential for reforestation, this study was carried out in 14 sites in all the country. It pretends to evaluate the species growth and yield and to determine some of the edaphic, topographic, and climatic factors that determine site quality for the species.

According to the evaluation, the sites Palmar Norte and Bajo del Ceibo both in Puntarenas Province, presented the greatest increments in height and diameter.

Site index for two base ages (8 - 10 years) were determined; for each age, models of intercept and common gradient were calculated, defining six curves for each model.

Based on laboratory analysis and field data, soils were taxonomically classified in relation to the physical and chemical properties and according to USDA manual.

The correlation matrix of site index at ten years and climatic, edaphic and topographic variables showed that gradient, percentage of clay content, percentage of sand content, pH in water, pH in potassium chloride, number of dry months (30 - 100 mm precipitation), number of very dry months (< 30 mm precipitation) and precipitation were the variables with a significance superior to 5 %. The correlation matrix was

used to develop four regression models to predict the site index. Those models explain different grades of variability according to the complexity of each model. The best model explains 98 % of site index variability; simplified models explain 66 % and 50 %.

Two financial analysis were developed for the Juanilama de Esparza plantation. The first one was a real analysis based on plantation history and plantation density (6,5 m x 3 m). The second one was a simulated analysis using plantation densities presently used in pochote plantings, and supposing thinnings at six and fifteen years of age. Financial analysis were also developed for Bajo del Ceibo y Palmar Norte plantations. From a financial point of view Bajo del Ceibo was the most income yielding.

Form height for each measurement and each plot was determined. A lineal regression model between form height and mid height was done to explore the possibility of using form height in inventories in pochote plots. Lineal regression presented a very satisfactory determination coefficient ($r^2 = 0,98$) which allows the use of form height in similar sites.

LISTA DE CUADROS

	Página
1. Clasificación del comportamiento de pochote en parcelas experimentales en Costa Rica, según el incremento medio anual en diámetro y altura.....	16
2. Clasificación del comportamiento del pochote en parcelas experimentales en Costa Rica, según el incremento medio anual por especie en diámetro, altura y área basal (1971-1981).....	17
3. Localización de las parcelas de estudio. Ubicación política y fecha de plantación.....	26
4. Aspectos climáticos y geográficos de las parcelas de pochote, sitios de estudio en Costa Rica. 1986.....	28
5. Incremento medio anual en diámetro, altura y área basal para catorce parcelas permanentes de pochote. Últimas dos mediciones.....	36
6. Incrementos totales y coeficientes de variación (C.V.) para las variables diámetro (d) en mm, altura total y área basal. Volumen cúbico total y altura de forma para catorce parcelas de pochote en Costa Rica. Últimas dos mediciones.....	37
7. Coeficientes de regresión de los índices de sitio para pochote, a los ocho y diez años de edad, en 14 sitios en Costa Rica. 1987.....	40
8. Modelos de regresión para predecir la calidad de sitio en altura mayor (m) para pochote en 14 sitios en Costa Rica. 1987.....	45
9. Regresión lineal entre la altura de forma y la altura media para 14 parcelas de pochote, 1987.....	46
10. Subgrupos de suelos para cada sitio en estudio de pochote, Costa Rica, 1987.....	47
11. Análisis financiero para una plantación de <u>Bombacopsis quinatum</u> en Esparza. Análisis de rendimiento del proyecto Tasa de interés 12 %.....	52
12. Análisis financiero para una plantación de <u>Bombacopsis quinatum</u> en Bajo del Ceibo de Puntarenas. Análisis de rendimiento del proyecto. Tasa de interés 12 %.....	56
13. Análisis financiero para una plantación de <u>Bombacopsis quinatum</u> en Palmar Norte de Puntarenas. Análisis de rendimiento del proyecto. Tasa de interés 12 %.....	56

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Mapa de localización de los sitios experimentales de pochote en Costa Rica.....	25
1A. Curvas de índice de sitio. Modelo de intercepto común. Edad base 8 años.....	111
2A. Curvas de índice de sitio. Modelo de pendiente común. Edad base 8 años.....	112
3A. Curvas de índice de sitio. Modelo de intercepto común. Edad base 10 años.....	115
4A. Curvas de índice de sitio. Modelo de pendiente común. Edad base 10 años.....	116

LISTA DE CUADROS EN EL ANEXO

	Página
1A. Incremento medio anual en diámetro (id) en mm, altura (ih) en dm y área basal (ig) en m ² /ha para catorce parcelas permanentes de pochote.....	75
2A. Incrementos totales y coeficientes de variación (C.V.) para las variables diámetro, altura total y área basal; volumen cúbico total y altura de forma para catorce parcelas de pochote. 1986.....	76
3A. Distribuciones de frecuencia por clase diámetrica (mm) para cada medición y sitio de pochote.....	78
4A. Resultados de los análisis de laboratorio para las muestras de suelos de cada horizonte. Variables físicas.....	87
5A. Resultados de los análisis de suelos para cada horizonte muestreado, variables químicas.....	89
6A. Capacidad de intercambio catiónico y bases cambiables en meq/100 g.....	91
7A. Ejemplo de utilización de los modelos de regresión.....	93
8A. Rangos para la utilización de los modelos de crecimiento citados en el Cuadro 8.....	94
9A. Cuadro de utilización de la altura de forma.....	95

10A. Costos e ingresos para un análisis financiero de la plantación en Juanilama de Esparza. Area 1 hectárea. Tasa de interés 12 %. Valores en cientos de colones. 1986. Modelo sin manejo.....	96
11A. Valor presente neto a diferentes tasas de interés para el análisis financiero sin manejo.....	97
12A. Análisis de sensibilidad para el modelo sin manejo. Sensibilidad del rendimiento a un 10 % de cambio en los insumos y en los ingresos. Tasa de descuento 12 %. Valores en cientos de colones por hectárea.	98
13A. Análisis de riesgo para el modelo sin manejo. Cambios en los insumos los cuales hacen el valor presente neto igual a cero. Tasa real de descuento 12 %. Valores en cientos de colones por hectárea.....	98
14A. Costos e ingresos para una ha de plantación de pochote. Valores en cientos de colones. 1986, Modelo con manejo.....	99
15A. Análisis financiero para una plantación de Bombacopsis quinatum en Esparza. Valor presente neto (VAN) para el proyecto a diferentes tasas de interés. Modelo con manejo.....	100
16A. Análisis de sensibilidad para el modelo con manejo. Sensibilidad del rendimiento a un 10 % de cambio en los insumos y en los ingresos. Tasa de descuento 12 %. Valores en cientos de colones por ha.....	101
17A. Análisis de riesgo modelo con manejo. Cambios en los insumos los cuales hacen el valor presente neto igual a cero. Tasa real de descuento 12 %. Valores en cientos de colones por ha.....	102

ANEXOS

	Página
1. Diagramas climáticos para las estaciones meteorológicas más cercanas a los sitios estudiados, Costa Rica, 1987 y datos climáticos de los estaciones más cercanas a los sitios estudiados.	103
2. Cálculo de los índices de sitio para pochote en 14 sitios de Costa Rica a una edad base de ocho años. Modelos de intercepto común y pendiente común.....	109
3. Cálculo de los índices de sitio para pochote en 14 sitios de Costa Rica a una edad base de diez años. Modelos de intercepto común y pendiente común.....	113

4. Descripción de los perfiles de los sitios estudiados en Costa Rica.....	117
5. Clasificación taxonómica de los suelos y explicación los órdenes, subordenes, grandes grupos y subgrupos de los sitios en estudio.....	127
6. Actividades realizadas en la plantación de una hectárea de pochote.....	135

1. INTRODUCCION

El pochote (Bombacopsis quinatum) (Jacq) Dugand es una especie nativa en Costa Rica. Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 800 msnm en la costa pacífica, con precipitaciones entre 1500 y 2500 mm, temperaturas promedio anual de 24 a 28 °C y un período seco de 5 a 6 meses. La especie es de buena aceptación en el mercado nacional. Produce madera para carpintería (puertas, ventanas), ebanistería y tallado. Es una de las especies más ensayadas en plantación a nivel nacional (Martínez, 1981) y tiene gran aceptación entre campesinos y técnicos que han empezado a plantarla en forma comercial.

En Costa Rica se han establecido varias plantaciones, principalmente en la zona de Guanacaste (alrededor de 100 hectáreas), que han mostrado diferencias de crecimiento tanto en altura como en diámetro, lo que indica la necesidad de investigación sobre las causas de estas diferencias antes de realizar programas de mayor dimensión. Se debe continuar con los estudios de crecimiento y rendimiento de la especie y los factores climáticos, de suelos y manejo que inciden en el crecimiento para conocer cuales determinan el comportamiento del pochote y así tener una base segura para ampliar las áreas de plantación con la especie. Es necesario analizar los aspectos financieros y determinar las posibilidades de la especie para la producción de madera de aserrío.

El pochote es una especie de rápido crecimiento y amplia aceptación en el mercado, por lo tanto se justifica la realización de un estudio sobre calidades de sitio, crecimiento, rendimiento y relación de los factores edáficos y climáticos con el índice de sitio.

El presente estudio buscó, además, conocer algunos aspectos financieros de las plantaciones de pochote a través de la valoración monetaria de los costos realizados en una plantación en Juanilama de Esparza, plantada en 1960 y de los ingresos a obtener del volumen cúbico aserrable hasta un mínimo de 20 cm de diámetro.

1.1 OBJETIVOS.

Evaluar el crecimiento y rendimiento del pochote en 14 sitios de Costa Rica.

Determinar en forma preliminar la calidad de los sitios para el cultivo de la especie a través de los índices de sitio, a las edades base de ocho y diez años, para los sitios evaluados.

Determinar los factores climáticos, edáficos y fisiográficos que influyen en el crecimiento del pochote.

Determinar en forma preliminar la rentabilidad y algunos aspectos financieros de las plantaciones de pochote.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Los ensayos de especies forestales.

En los ensayos de especies forestales es necesario realizar en forma escalonada diferentes fases de investigación: de arboreto, eliminatória, de prueba de especies y de comprobación de las especies (Burley y Wood, 1979). Luego de alcanzada la fase de comprobación se debe comenzar a conocer el manejo y rendimiento de las especies. Para esto se hace necesario el establecimiento de parcelas dinámicas o permanentes (Silva, 1971).

2.2. Parcelas permanentes de rendimiento (PPR) en plantaciones forestales.

Silva (1971) define las parcelas permanentes de rendimiento (PPR) como las superficies (de forma circular, cuadrangular, rectangular o en faja) demarcadas en forma permanente y que tienen los siguientes objetivos :

- a) Estudiar el crecimiento y producción de una especie o una mezcla de ellas, bajo un sistema de manejo definido y continuo que permita la elaboración de tablas de rendimiento y tablas de volumen.
- b) Comparar el efecto de diferentes espaciamientos iniciales, métodos y regímenes de aclareo-poda, con el fin de ayudar a la definición del tratamiento más adecuado para una especie determinada.
- c) Suministrar información para la clasificación de sitios.
- d) Orientar el manejo silvicultural y de plantaciones a escala comercial.

Es conveniente que las parcelas establecidas en plantaciones forestales proporcionen una fuente de información comparable, entre la mayoría de los países. La I Reunión Regional de Silvicultores de Latinoamérica celebrada en Puerto España, Trinidad, en 1967, recomendó la normalización y divulgación de un método para los ensayos de aclareo y rendimiento, desarrollado por Silva (1971).

2.2.1. Forma y tamaño de las PPR

Según Silva (1971) la forma de la parcela debe ser preferiblemente cuadrada. Sin embargo, la forma rectangular se ajusta mejor a una topografía accidentada, cuando el lado mayor se orienta perpendicular a la gradiente de cambio del terreno (topografía, suelos, etc). La parcela deberá tener un tamaño suficientemente grande para ser representativa de la plantación y suficientemente pequeña en vista de la necesidad de homogeneidad del suelo y las limitaciones de recursos humanos y económicos, que son de especial consideración cuando se quiere ensayar diferentes tratamientos y existen diversas calidades de sitio. Por ejemplo, si en el área del programa de plantación se determinan tres calidades de sitio productivas, y en ellas se desea ensayar cuatro regímenes de aclareo, necesitamos 12 parcelas para cada repetición en un diseño de bloques completos al azar (Torres et al, 1976).

El tamaño debe ser normalmente de 0,1 a 0,2 ha. Generalmente ninguna parcela de coníferas deberá tener menos de 0,05 ha y una de latifoliadas menos de 0,12 ha (Silva, 1971)..

John y Tschinkel (1971) recomiendan parcelas de 0,1 ha para Cupressus lusitanica en el Suroeste de Antioquía, Colombia.

En Australasia se usan parcelas cuadradas de 25 a 100 árboles, debido a que los experimentos en las ciencias forestales a menudo tardan de 10 - 30 años y los árboles llegan a tener hasta 30 m de altura y un extenso sistema radical que se extiende sobre varias hileras (Cellier, 1979).

Debido a que los árboles compiten por luz, humedad del suelo y nutrimentos, es necesario usar una o más hileras de árboles de borde para minimizar los efectos de borde dentro de la parcela (Stoaate and Lane, 1938, citados por Cellier, 1979). La práctica común en Europa es utilizar parcelas de 0,1 ha que junto con los árboles de borde expanden la parcela a 0,2 ha. (Hausser, 1969 citado por Cellier, 1979). En general la anchura de las líneas de borde debe ser de un mínimo de 10 m,

preferiblemente 8 hileras de árboles entre parcelas (Silva, 1971).

Burley y Wood (1979) indican que a medida que se aumenta el tamaño de las parcelas disminuyen los efectos de los árboles individuales anormales y de las anomalías de microestación entre árboles. Parcelas grandes pueden ser esenciales si hay muchos efectos de margen entre parcelas, por ejemplo, en los casos donde hay diferencias considerables en la tasa de crecimiento entre poblaciones.

Wright (1962), citado por Burley y Wood (1979), ha demostrado que la eficiencia estadística de un ensayo disminuye a medida que aumenta el número de árboles por parcela. Esto porque normalmente interesan solamente los valores promedios (no cuando se desea realizar análisis por clases diamétricas), es decir, en cuanto más árboles hay por parcela, menor es la contribución (en información) de cada árbol individual. Además, parcelas grandes requieren bloques grandes para un diseño experimental dado y por tanto implican un mayor rango de variación residual entre bloques. Así, dentro de los límites prácticos puede ser preferible utilizar el material experimental disponible para conseguir más repeticiones y como consecuencia, un tamaño más pequeño de parcelas y bloques.

2.3. Evaluación de la calidad de sitio.

La sociedad de forestales americanos (Ford-Robertson, 1971) definen sitio como un área considerada en términos de su ambiente, que determina el tipo y calidad de vegetación que el área puede tener. El término sitio es usado en doble sentido. Primero, el término sitio tiene una connotación de lugar geográfico. El segundo significado de la palabra involucra la totalidad de las condiciones ambientales (bióticas, edáficas y climáticas) que existen en un lugar en particular.

2.3.1. Calidad de sitio.

En el contexto del manejo forestal, la calidad de sitio puede ser definida como el potencial de producción de madera de un sitio para una

especie particular.

2.3.2. Métodos para clasificar los sitios

Estos se dividen en:

a) Métodos directos:

1. Estimación a través del rendimiento por registros históricos.
2. Estimación basada en datos del volumen del rodal.
3. Estimación basada en datos de altura del rodal.

b) Métodos indirectos.

1. Estimación a través de la relación de las especies del sotobosque.
2. Estimación a través de las características de la vegetación menor.
3. Estimación a través de los factores edáficos, climáticos y topográficos (Clutter et al, 1983).

Los métodos directos requieren la existencia ya sea actual, o en el pasado, de las especies de interés en un lugar particular donde la calidad de sitio va a ser evaluada. Las existencias pasadas son útiles si las mediciones fueron hechas en los períodos pertinentes y se mantienen en el presente.

Cuando no se dispone de las mediciones de características tales como sotobosque, vegetación menor u otros en los sitios de estudio, los métodos directos casi invariablemente proveen mejores evaluaciones de la calidad de sitio que los métodos indirectos.

2.3.2.1. Métodos directos de evaluar la calidad de sitio

2.3.2.1.1. Estimación de la calidad de sitio por registros de rendimiento históricos.

En las empresas agrícolas, la calidad de sitio de un campo dado, para un cultivo en particular, es comúnmente medido por el promedio de los rendimientos anuales para ese cultivo. Es la mejor manera de evaluar la calidad de sitio (Clutter et al, 1983)

En la actividad forestal se encuentran pocas áreas en el mundo donde tales procedimientos pueden ser empleados exitosamente, debido a que los rendimientos de los bosques a una edad determinada son muy afectados por la densidad del rodal y la composición de las especies. Aún en casos en donde los rendimientos de rotaciones previas de bosque intensivamente manejado han sido medidas, los cambios en la selección de especies, la densidad de plantación, las prácticas culturales, la edad de rotación y la genética puede, comprometer severamente la utilidad de las evaluaciones de la calidad de sitio basadas en el historial de una o más rotaciones previas.

2.3.2.1.2. Estimación de la calidad de sitio mediante datos de volumen del rodal.

Para rodales coetáneos, una alternativa para obtener la calidad de sitio es estimarla a partir de las relaciones volumen-edad en el rodal existente. Sin embargo, el volumen obtenido por un rodal a una edad dada puede ser fuertemente afectado por otros factores, además de la calidad de sitio, como la densidad del rodal o los raleos.

2.3.2.1.3. Estimación de la calidad de sitio mediante datos de altura del rodal.

Para muchas especies, las áreas de buena calidad de sitio son también áreas donde las tasas de crecimiento en altura son altas. En otras palabras, para estas especies el potencial de producción en volumen y el crecimiento en altura están fuertemente correlacionados.

La utilidad práctica de la correlación del potencial de volumen y el crecimiento en altura estriba en el hecho de que el desarrollo de la altura de los árboles más grandes en un rodal coetáneo es poco afectada por la densidad del rodal y las cortas intermedias. (Clutter et al, 1983). Se utilizan dos criterios principales de altura en las estimaciones de la calidad de sitio:

a) Altura mayor: es el promedio de la altura de los cien árboles normales más altos por hectárea (Voorhoeve y Schulz, 1968).

b) Altura dominante. es el promedio de la altura de los cien árboles de mayor diámetro por hectárea (Voorhoeve y Schulz, 1968).

Se considera que la altura mayor es una manifestación de la productividad del sitio ya que los árboles más altos son los más desarrollados y por consiguiente los que sufren relativamente menos competencia de sus vecinos (Vincent, 1970).

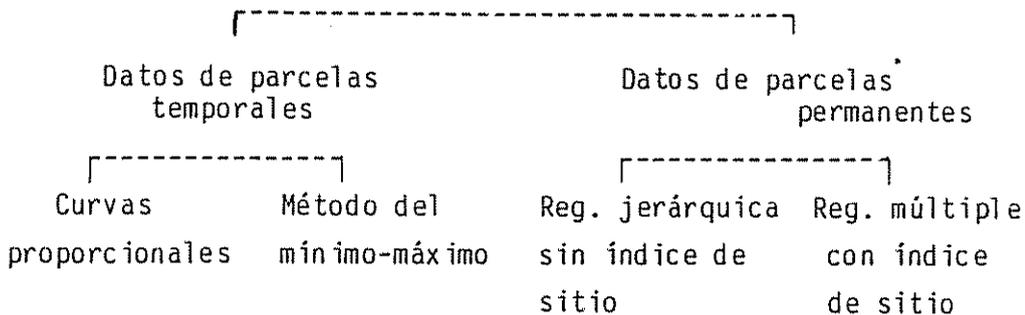
Voorhoeve y Schulz (1968) indicaron que la altura mayor es el mejor estimador de la calidad de sitio pues en plantaciones coetáneas las diferencias evidentes en altura mayor deben explicarse por diferencias de sitio: los árboles son más altos porque están en los mejores sitios y son más bajos porque están en sitios de menor calidad.

Curtis (1964) indicó que la altura es muy utilizada para estimar la calidad de sitio, pero presenta las siguientes limitaciones:

- a) La altura es solo uno de los componentes del volumen, el índice de sitio no es sinónimo de productividad en volumen.
- b) Tal como se presenta usualmente la información de índice de sitio dice poco acerca de las relaciones ecológicas las cuales son a menudo los factores dominantes en la determinación de la capacidad productiva.
- c) La estimación del índice de sitio involucra la proyección de la medición presente de la altura hacia adelante o hacia atrás en el tiempo, a una edad de referencia y por medio de una familia de curvas de índice de sitio y por tanto, la estimación depende de la exactitud con que la curva generalizada de índice de sitio pueda representar el crecimiento de rodales individuales.

2.3.2.1.4. Métodos matemáticos de ajuste de curvas de índice de sitios.

Las técnicas matemáticas pueden ser clasificadas en cuatro grupos (Alder, 1980):



Los cuatro métodos se refieren a la ecuación de Schumacher (1939):

$$H_o = H_{max} e \exp (b/A^k) \quad (1).$$

donde, H_o es la altura mayor, H_{max} es un parámetro que debe ser ajustado y representa la máxima altura que la especie podría alcanzar al final del turno, "e" es la base de los logaritmos naturales, "exp" indica que la expresión entre paréntesis es el exponente de la constante e, b es la pendiente y k es un parámetro a ajustar y A es la edad del rodal.

Si se utiliza logaritmos naturales en ambos lados de la ecuación se consigue:

$$\ln H_o = \ln H_{max} + b/A^k \quad (2)$$

Si se hace $a = \ln H_{max}$, entonces a y b pueden ajustarse por regresión lineal siempre que k sea conocido.

Para la mayor parte de las especies los valores apropiados de k varían de 0,2 a 2 y pueden ser estimados por técnicas de regresión o por estimaciones no lineales. Para muchas especies un valor de $k = 1$ suministrará un ajuste satisfactorio. El parámetro "b" en la ecuación (2) debe ser siempre negativo.

El parámetro "a" se hallará entre 2 y 7. Para curvas proporcionales se ajusta la ecuación (2) al conjunto global de datos de las parcelas de muestreo temporales por regresión lineal, siendo la

variable dependiente $Y = \ln H_0$ y la variable predictora X la expresión $1/A^k$. Con esto se obtiene la tendencia de crecimiento de la altura promedio, suponiendo que en cada clase de edad, todos los sitios tienen igual probabilidad de estar representados. Si se conoce que por ejemplo, las clases más viejas se hallan en sitios más pobres y las más jóvenes en los más ricos, no debe usarse este método. Se construyen entonces curvas dibujadas a mano, o si se dispone de datos de parcelas de muestreo permanentes se usa la regresión jerárquica.

Una vez que la curva de crecimiento de la altura promedio ha sido ajustada, pueden trazarse curvas de la misma forma que pasen por diferentes valores del índice de sitio. Si el índice de sitio S se define como la altura dominante del rodal a una edad índice A_i , el parámetro "a" de la curva que pase por este índice de sitio, " a_i " estará dado por:

$$a_i = \ln S - b/A_i^k \quad (3)$$

donde: b y k provienen de la curva promedio.

El método de regresión jerárquica generalmente utilizado descrito por Bailey y Clutter (1974), implica el uso de estimadores de pendiente común y de término independiente común, del análisis de covarianza.

El modelo de regresión de pendiente común es:

$$Y = a_i + bX \quad (4)$$

donde a_i es diferente para cada parcela, pero b (la pendiente) es la misma para todas las parcelas.

El modelo del término independiente común es:

$$Y = a + b_iX \quad (5)$$

donde la intersección o término independiente " a " es el mismo para todas las parcelas, pero las pendientes difieren.

De acuerdo a la ecuación de Schumacher, ambos modelos pueden ser

usados, con Y como $\ln H_0$ y X como $1/A^k$.

2.4. La altura de forma para la determinación del volumen.

La altura de forma es la altura media del rodal, reducida por la conicidad, que multiplicada por el área basal por hectárea, es igual al volumen por hectárea (Pardé, 1961) citado por (Camino y Balaguer, 1895).

La altura de forma (AF) es igual a:

$$AF = H * CF;$$

también $AF = \frac{V}{AB}$ de donde

$$V = AB * AF$$

$$V = AB * H * CF$$

donde: V = Volumen por hectárea en m^3

AB = Área basal por hectárea en m^2

H = Altura media del rodal en m.

CF = Clase de forma media del rodal, porcentaje

Las alturas de forma, según la altura media del rodal, serán diferentes de acuerdo con la expresión de existencias de que se trate, ya sea volumen cúbico total con corteza o volumen comercial sin corteza para diferentes límites de utilización. También varían con la densidad y el índice de sitio.

El uso de la altura de forma en la determinación de volumen ha evolucionado con el tiempo. Inicialmente se desarrollaron series de altura de forma por especie y clase de diámetro (Laer von, 1936). También se obtuvieron series de alturas de forma por especie a partir de curvas altura-diámetro y mediciones de clase de forma (Prodan, 1951). Otra variante fue el cálculo de tablas con series de altura de forma para el árbol medio y el árbol central (Laer, Spieker, 1952; Kramer y Akca, 1982). Finalmente el método evolucionó, bastando para cada especie conocer el área basal por hectárea y la altura media del rodal para calcular el volumen. Se desarrollaron con esta última versión, series de

altura de forma (Laer, Spieker, 1951).

Con respecto al error del método en la determinación de volumen, hay que tomar varias precauciones. Primero hay que tener claro para qué tipo de volumen están calculadas las alturas de forma, es decir si se trata de volumen con corteza, sin corteza o límite de utilización en diámetro para aserrío. Luego, para el cálculo de la altura media del rodal es necesario tomar un número suficiente de mediciones, puesto que hay variaciones en la forma de los árboles cuando crecen en diferentes condiciones de sitio y densidad, aún tratándose de la misma especie (Bruce, Schumacher, 1950; Meyer, 1953).

Prodan (1951) estima que el error que se comete con este método en el cálculo del volumen es similar al que se produce al usar tablas de volumen y puede estar entre el 1 y el 5%. Kramer, citado por De Camino y Balaguer (1985), sostiene que el error en la medición del área basal y la altura es bajo y que el error teórico del método puede alcanzar hasta un 15 %. En la práctica, sin embargo los errores han sido menores (Kramer y Akca, 1982).

2.5. Pochote Bombacopsis quinatum (Jacq.) Dugand

2.5.1. Clasificación Taxonómica

1. El nombre científico de la especie es Bombacopsis quinatum (Jacq.) Dugand de la familia Bombacaceae. Sinónimo Bombacopsis fendleri (Seem) Pittier.

2.5.2. Nombres comunes:

Pochote (Costa Rica y Nicaragua), Cedro Espino (Panamá), Ceiba (Honduras), Ceiba Tolú, (Colombia), Saqui-saqui (Venezuela).

2.5.3. Descripción del árbol:

El pochote es un árbol grande que alcanza de 25 a 35 metros de altura y hasta 2,0 m de diámetro (Holdridge y Poveda, 1975). El tronco es a menudo irregular con gambas grandes, corteza de color grisácea, gruesa, con muchos agujones, los que a veces forman líneas o sierras.

Las hojas son digitadamente compuestas con 3 a 7 hojuelas de forma obovadas u oblongo-obovadas, glabras, y membranáceas.

Flores hermafroditas de color blanco a rosado de 7 a 11 cm de largo (Holdridge, 1970). Las flores son monoicas, erectas con los estambres rodeando el pistilo; el estigma sobresale de las anteras (Quijada, 1980).

En Venezuela, Quijada (1980) indica que las flores abren de noche a partir de las seis de la tarde, más comúnmente entre las 8 y 10 de la noche, cuando la temperatura es menor de 25 °C y la humedad relativa supera el 60 por ciento. Los frutos son cápsulas pardas, glabras, con 5 ángulos, de 4 a 10 cm de largo. Semillas subglobosas envueltas en fascículos de pelos lanosos pardo-café, suaves al tacto de 5 mm de largo y 4mm de ancho.

La especie es autoincompatible, con poca ocurrencia de autopolinización, esto debido posiblemente a que existe diferencia entre el tiempo de receptividad del estigma y el tiempo de operatividad del polen en una misma flor. Es decir en el momento en que la flor se abre, el estigma es ya receptivo a polen externo, mientras el polen de la misma flor tarda de 5 a 10 minutos en dispersarse, debido a que en ese momento se encuentra ligeramente húmedo. Además puede estar operando un mecanismo genético, especialmente precigótico, que dificulta la autofecundación, esto se sustenta en experiencias de polinización dirigida, en las cuales se ha encontrado que la autopolinización presenta un promedio de menos del 5% contra 50% o más para los intercruces (Quijada, 1980).

La polinización del pochote parece deberse a mariposas nocturnas y

murciélagos (Zobel, 1958).

Rodríguez* en Costa Rica indica que el pochote inicia su período de caducifolia en noviembre y empieza a renovar hojas a finales de abril. La floración se produce entre febrero y marzo y el fruto se encuentra maduro en abril.

2.5.4. Distribución natural de la especie.

El pochote se encuentra en forma natural desde el sur de Honduras hasta Venezuela y Colombia (Morales y Whitmore, 1975). En Costa Rica se localiza en la vertiente pacífica hasta la zona de Quepos, en elevaciones que van del nivel del mar hasta los 800 metros con temperaturas entre 24 y 28 °C, un período seco de 5 a 6 meses y precipitaciones entre 1500 mm y 2500 mm por año (Bello et al, 1978). En Costa Rica se encuentra en las siguientes condiciones climáticas: Bosque seco tropical en la región de Cañas, con seis meses secos de diciembre a mayo, temperatura media 27,8 °C, evapotranspiración potencial 1553 mm, precipitación 1550 mm; Bosque húmedo Premontano en Nicoya y Hojancha, con seis meses secos de diciembre a junio; temperatura media 23,3 °C, evapotranspiración potencial 1355 mm, precipitación 1850 mm (Holdridge, 1971).

En Nicaragua se encuentra en la Región Central y Pacífica (Irena, 1985). En Venezuela se encuentra en casi toda la tierra caliente, es escaso al sur del Orinoco y en las selvas pluviales. Abunda en las selvas tropófitas y de galería de los Llanos Occidentales y del Zulia, donde a veces es el árbol predominante en la masa forestal (Balbuena, 1980).

Se encuentra sobre suelos bien drenados y profundos, ligeramente ácidos, pero también se le encuentra en suelos con drenaje imperfecto (Finol, 1964).

*Emel Rodríguez. Ing. Forestal. Proyecto Madeleña. CATIE. Comunicación Personal.

2.5.5. Especies asociadas

Según Bello *et al* (1978) el pochote por lo general aparece asociado con otras especies como: Cedrela mexicana, Tabebuia sp., Enterolobium cyclocarpum, Bursera simaruba, Calycophyllum candidissimum y Lysiloma seemanii.

Los bosques donde está presente el Bombacopsis quinatum generalmente presentan de dos a tres estratos. En el estrato superior se encuentra el pochote y tiene una altura de 25 a 30 m. Las especies presentes son de perennifolias a caducifolias generalmente con copas aplanadas y en forma de sombrilla con cobertura de 85 a 90%. La ramificación de las especies va desde muy baja (3 m-5 m), hasta 12 m-15 m (Holdridge, 1971).

Saldarriaga (1979) en la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela, en una plantación de comprobación de ocho años indica que el sistema radicular del pochote presenta una raíz central bien definida, con forma aproximadamente cónica, que alcanza profundidades entre 110 cm y 220 cm.

Los resultados de la investigación de Saldarriaga indican que más del 70 por ciento del sistema radicular se encuentra en los primeros 30 cm de profundidad en el suelo, con una relación peso del sistema radicular/parte aérea de 0,32 para pochote, lo que es de gran importancia para la investigación de las relaciones entre el crecimiento del pochote y los factores edáficos.

2.5.6. Silvicultura.

2.5.6.1 Crecimiento.

En la estación "El Irel" en Venezuela, Balbuena (1980) indica que el pochote plantado con Cassia siamea mostró incrementos en altura de 0,28 m y 0,25 m y 0,21 m/año para plantaciones de 5, 6 y 7 años de edad, respectivamente, incrementos considerados muy bajos debido a los problemas de competencia con la especie asociada.

En Caparo, Venezuela, Pimentel (1982) obtuvo en plantaciones bajo cubierta de 3,17 años incrementos en altura de 0,74 m, 0,66 m y 0,45 m/año a un espaciamiento de 10m x 2 m incrementos muy bajos en relación a los obtenidos por Martínez (1981) en plantación pura, quien registró los mejores crecimientos para la especie en la zona de Buenos Aires, Puntarenas, Costa Rica (precipitación promedio anual de 3646 mm y temperatura promedio de 26 °C) con 10,1 m de altura y 12,3 cm de diámetro en una plantación de 4,3 años, los incrementos registrados se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Comportamiento de Bombacopsis quinatum en parcelas experimentales en Costa Rica, según el incremento medio anual en diámetro y altura (id, ih). 1980.

Lugar	Sitio No.	Parcela No.	Edad años	d mm	Ih dm
Buenos Aires, Puntarenas	303	010	4.3	29	23,8
Palmar Norte, Puntarenas	304	002	4.2	28	18,7
Guápiles, Limón	104	005	3.9	24	16,1
Guácimo, Limón	106	004	3.7	23	24,5
Mansión, Guanacaste	401	002	5.0/	23	13,2
Nicoya, Guanacaste	402	002	6.0/	22	15,0
Salitre, Puntarenas	302	009	4.3	29	12,0
Taboga, Cañas	411	002	5.3 ✓	16	8,6

Fuente: Martínez (1981)

Camacho (1981) realizó en Costa Rica una evaluación del comportamiento de las especies forestales plantadas en ensayos. Incluyó 18 parcelas de pochote y obtuvo los incrementos en diámetro, altura y área basal que se observan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Comportamiento del pochote en parcelas experimentales en Costa Rica, según el incremento medio anual en diámetro (d), altura (h) y área basal (g). 1971-1981.

Sitio	Sitio #	Edad	i d mm	i h dm	i g m ² /ha
La Granja, Guápiles*	104	4,5	26,66	14,66	3,52
Palmar Norte*	304	5,0/	25,80	18,60	6,94
El Ceibo*	303	5,0/	24,20	14,80	4,91
Rosalía*	106	4,3	22,79	18,37	4,66
Diamantes*	105	5,8/	19,48	6,72	6,90
Río Hondo, Siquirres	111	1,0	19,00	5,00	0,77
San Pablo, Turrubares	510	0,7	18,57	5,71	0,52
oa Roca, Cañas	411	6,0/	16,00	7,33	0,85
Salitre, Buenos Aires	302	6,0 ✓	15,16	8,50	2,85
San Juan, Turrubares	513	0,7	14,28	5,71	0,28
Río Claro, Golfito	305	3,7	12,97	7,83	1,23
La Gloria*	514	6,0/	12,33	7,33	1,54
La Pacífica, Cañas	420	6,7/	7,61	5,37	0,87
San Luis, Turrubares	511	1,0	8,00	2,00	0,12
C.A.C. Acosta	517	1,0	6,00	2,00	0,06
Aeropuerto, Buenos Aires	301	5,0/	5,40	4,80	0,31
Taboga, Cañas	410	7,0/	3,70	5,70	0,14
Palmichal, Acosta	507	7,7/	1,81	1,80	0,03

* Sitios utilizados para el desarrollo de este trabajo.
Fuente: Camacho, Pablo (1981).

2.5.6.2 Semillas

Las semillas son subglobosas, de 5 mm de largo y 4 mm de ancho, epispermo pardo con manchas café, endosperma blanco grisáceo; los frutos poseen 100 semillas en promedio (Boza, 1966).

La viabilidad de la semilla se puede mantener por más de un año, en

envases de vidrio, a unos 5 °C (Quijada, 1980). En el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales del CATIE, Turrialba, se puede mantener la semilla viable con un 60 % de germinación por nueve meses a una temperatura de 5 °C y una humedad relativa del 80 % *. En Venezuela la semilla se puede mantener hasta por dos años en un ambiente de ácido sulfúrico al 40 % ó en un desecador al 80 % químico por dos años (Quijada, 1980).

En Costa Rica el número de semillas por fruto, en bosque natural, es en promedio 50 (Boza, 1966). En Venezuela (Quijada, 1980) indica que en bosque natural, el número de semillas por fruto es de 30 y en huerto semillero por polinización libre el promedio es de 47 por fruto y varía de 1 a 140 semillas. Por polinización dirigida alcanza un promedio de 87 semillas por fruto.

2.5.6.3 Reproducción vegetativa.

Las estacas para reproducción vegetativa de la especie son muy utilizadas en la construcción de cercas vivas, se utilizan estacas de 2,3 m de largo y diámetros de 5 a 25 cm**.

Melchior (1970) utilizó estacas tomadas de copas de árboles con un diámetro de 2 a 27 cm y un largo de 50 a 140 cm y obtuvo con ellas de un 30 a un 100 % de enraizamiento.

Se encontró que estacas primarias y secundarias con un diámetro de 10 cm presentan un promedio de enraizamiento que va de 64 por ciento para las primarias a un 95 por ciento para las secundarias (Quijada, 1973).

* Mario Álvarez. 1986. BLSF, CATIE. Comunicación personal

** Emel Rodríguez. 1986. Proyecto Madeleña DGF-CATIE. Comunicación personal.

2.5.6.4 Plantaciones

Sheryl Bolstad* informa que en Zambrano localidad situada en la costa Atlántica de Colombia al lado del río Magdalena, aproximadamente 200 km al sur de Barranquilla, se ha plantado *B. quinatum* desde 1982. La localidad tiene un promedio de 1100 mm de precipitación con una estación seca entre diciembre y abril. Se ha probado en diferentes suelos pero el mejor crecimiento se observó en suelos con bajo contenido de arcilla. En estas condiciones se logra un promedio de un metro en altura en los primeros 16 meses y dos metros a los 28 meses.

En una finca en la costa atlántica, que perteneció a Cartón de Colombia, *B. quinatum* logró 8,2 m a los seis años. El control de malezas es muy importante durante los primeros dos años, se necesitan cuatro a cinco limpiezas en el primer año y tres a cuatro en el segundo año. En Zambrano hay un huerto semillero clonal de árboles seleccionados, 34 ha de ensayos de procedencias/progenie y un programa de propagación vegetativa por estacas enraizadas.

En Honduras en el Valle del Zamorano, departamento de Francisco Morazán, Agudelo** informa del establecimiento de 50 ha de pochote en bolsa en mayo de 1983 con un espaciamiento de 3m x 3m. La plantación presentó en noviembre de 1986 un dap promedio de 6,5 cm y una altura de promedio de 3,4 m. La parcela se encuentra sobre suelos rocosos y planos con alto contenido de arcilla, con 40 a 50 cm de profundidad y un pH de 6 en una zona con 7 a 8 meses de sequía (nov a mayo). El Valle del Zamorano se encuentra a 800 msnm y posee una temperatura media anual de 22 °C y 1100 mm de precipitación anual. La zona de vida es bosque seco tropical.

* Sheryl Bolstad. 1987. Genetista Forestal. Monterrey Forestal. Colombia. Información personal.

** Nelson Agudelo. 1987. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

2.5.6.5 Técnicas de vivero

En Zambrano en la costa atlántica de Colombia al lado del río Magdalena, se informa que las semillas de pochote se siembran en agosto a una densidad de 60 plántulas por metro cuadrado y se riegan con 35 mm de agua semanalmente hasta diciembre. En diciembre se suspende el riego para rustificar las plántulas. Este período de "stress" provoca una serie de cambios en la plántula: las hojas caen, el tallo se vuelve leñoso y las raíces crecen en tamaño en relación al tamaño del tallo. Cuando comienzan las lluvias en abril o mayo, se arrancan las plántulas y se poda el tallo hasta 15 cm y las raíces hasta 20 cm. Se plantan y las plántulas brotan rápidamente. Ensayos han demostrado que bajo las condiciones ambientales del lugar (Zambrano), el diámetro mínimo que debe tener una plántula es de 1,5 cm para conseguir buen crecimiento y supervivencia.

En Costa Rica, principalmente en la zona de Guanacaste, se han realizado plantaciones utilizando plantas en bolsa, pseudo-estaca y raíz desnuda o escoba. Para la producción de plántulas en bolsa, se ponen a germinar las semillas en camas de germinación en una mezcla de 50 % de arena y 50 % de tierra. Luego, cuando las plántulas alcanzan 15 cm de altura, se trasplantan a bolsas de 7 cm de diámetro y 20 cm de altura. Este método ha sido suplantado por la producción de plántulas en pseudo-estaca para lo cual se siembra la semilla directamente en el bancale con un distanciamiento entre hoyos de 10 a 15 cm y dos semillas por hoyo. La siembra se inicia a mediados de junio al comenzar la época lluviosa, de manera que para la época seca puedan tener un promedio de 50 cm de altura y un diámetro en el cuello de la raíz de 2 a 3 cm con lo cual pueden resistir sin riego en el vivero hasta el inicio de la siguiente época lluviosa, período en el que se realiza la plantación. Las pseudo-estacas se preparan el mismo día de la plantación se corta el tallo a unos 15 cm del cuello de la raíz y se poda la raíz a 10 cm. Se transportan al lugar de plantación en sacos de cabuya humedecidos para mantener las plántulas frescas y evitar el resecamiento*.

* Emel Rodríguez. 1986. Comunicación personal.

2.5.6.6 Tipos de plantación

El pochote se ha utilizado para realizar plantaciones puras y en enriquecimiento de bosque natural. Se han realizado enriquecimientos con la especie en la Reserva Forestal de Ticoporo y en la Reserva Forestal de Caparo (Balbuena, 1980). Este autor indica que el requisito indispensable para obtener mayores rendimientos con la especie, plantada bajo cubierta, es el mantenimiento sistemático de la luminosidad dentro del bosque con una adecuada dosificación de luz en las distintas épocas del desarrollo de los árboles plantados. En la península de Nicoya, Costa Rica, se ha recomendado el enriquecimiento con pochote de áreas boscosas degradadas, sobreexplotadas y con altas pendientes, dada la alta supervivencia en diferentes tipos de suelos y la facilidad de transporte en forma de pseudo-estaca (Navarro, Picado y Sánchez, 1979).

2.5.6.7 Plagas y enfermedades

Según Boza (1966) la especie es muy susceptible al Mal del Talluelo producido por hongos tales como *Rhizoctonia*, *Fusarium*, y *Phytophthora*, por lo que se recomienda cambiar la arena de las camas de germinación cuando han sufrido de este mal, las plántulas de 10 cm de altura son más susceptibles a ser atacadas por el hongo.

Los pericos (*Brotogetis jugularis*) son considerados como los mayores depredadores de semillas de pochote (Janzen, 1980). Se han informado ataques de ardillas en la zona de Dulce Nombre de Nicoya las cuales producen anillamiento en el ápice del árbol*.

El lepidóptero de la familia Saturniidae, *Arsenura armida*, durante su etapa larval, defolgia fuertemente los árboles de pochote. Puede ser combatido con Dipterex al 0,5 % (500 gr en 100 l de agua) (Briceno y Ramírez, 1978).

* Eladio Chávez. 1986. Universidad Nacional. Comunicación personal.

2.5.7 Descripción de la madera

La albura y el duramen se pueden diferenciar a simple vista. En condición verde, la albura es de color gris parduzco y el duramen anaranjado fuerte o miel oscuro. Seca al aire libre la albura puede tener un color que varía desde el amarillo, amarillo blanquecino a gris naranja, y el duramen es marrón rosado o anaranjado fuerte, sin olor. El grano es levemente entrecruzado a cruzado. Textura mediana. Veteado algo acentuado. Lustre regular a bajo (Tuk, 1975).

Descripción macroscópica.

Los poros son visibles a simple vista, moderadamente grandes (de 0,15 - 0,30 mm), porosidad difusa, con zonas irregulares de alta y baja concentración de poros, sobre todo en la albura, que determina el término o inicio de un anillo de crecimiento. Existen muy pocos poros (promedio 10/10 mm², rango 6-17), de los cuales un 85 % son solitarios de forma oval y un 15% múltiples radiales especialmente de 2 a 6 poros conectados radialmente y muy pocos poros en sentido tangencial. Los poros contienen tálides de paredes delgadas que taponan las cavidades.

El parénquima es visible con lupa, apotraqueal difuso, células de tamaño irregular y color más claro, contrasta con las fibras oscuras. La concentración de parénquima no cambia en el duramen, sin embargo en la albura hay diferencias con respecto a los anillos.

Los radios son finos no visibles a simple vista, algunos medianos de 0,5 a 0,10 mm generalmente visibles a simple vista. La concentración de radios es baja, 28 por 5 mm lineales como promedio.

La madera es difícil de secar. El secado al aire libre es sumamente lento con la ventaja de que este método no produce deformaciones o rajaduras. La madera del pochote aparentemente no atrae humedad. La dificultad en el secado se debe a que cuando el árbol es tumbado y la madera aserrada una savia mucilaginoso que recorre los vasos y poros se seca en las superficies de los cortes dificultando así la pérdida de

humedad durante el secado, debido al bloqueo de los mismos.

La madera de pochote no presenta problemas de aserrío ni de cepillado, ofrece un buen acabado y en algunas ocasiones puede sustituir al cedro amargo (Cedrela odorata), (Tuk, 1975).

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización de las parcelas de crecimiento.

Las parcelas utilizadas para la realización de este estudio se encuentran situadas en las regiones del Pacífico Central, Pacífico Sur, Pacífico Norte y en la región Atlántica (Figura 1). La ubicación política y la fecha de plantación se encuentran en el Cuadro 3. Diez de las parcelas han sido establecidas por el Departamento de Investigaciones de la Dirección General Forestal y las otras cuatro por propietarios particulares.

3.2 Selección de los sitios y las parcelas

Para la selección de los sitios experimentales se buscó parcelas que tuvieran al menos tres años de establecidas, debido a que las condiciones del sitio se empiezan a manifestar a partir de una edad mínima, por determinar en la especie *, de esta manera se puede encontrar relaciones entre la especie y los factores edáficos, climáticos y fisiográficos del sitio.

Para la numeración de los sitios se utilizó la codificación desarrollada por Martínez (1981).

* Ronnie de Camino, 1986. Comunicación personal.

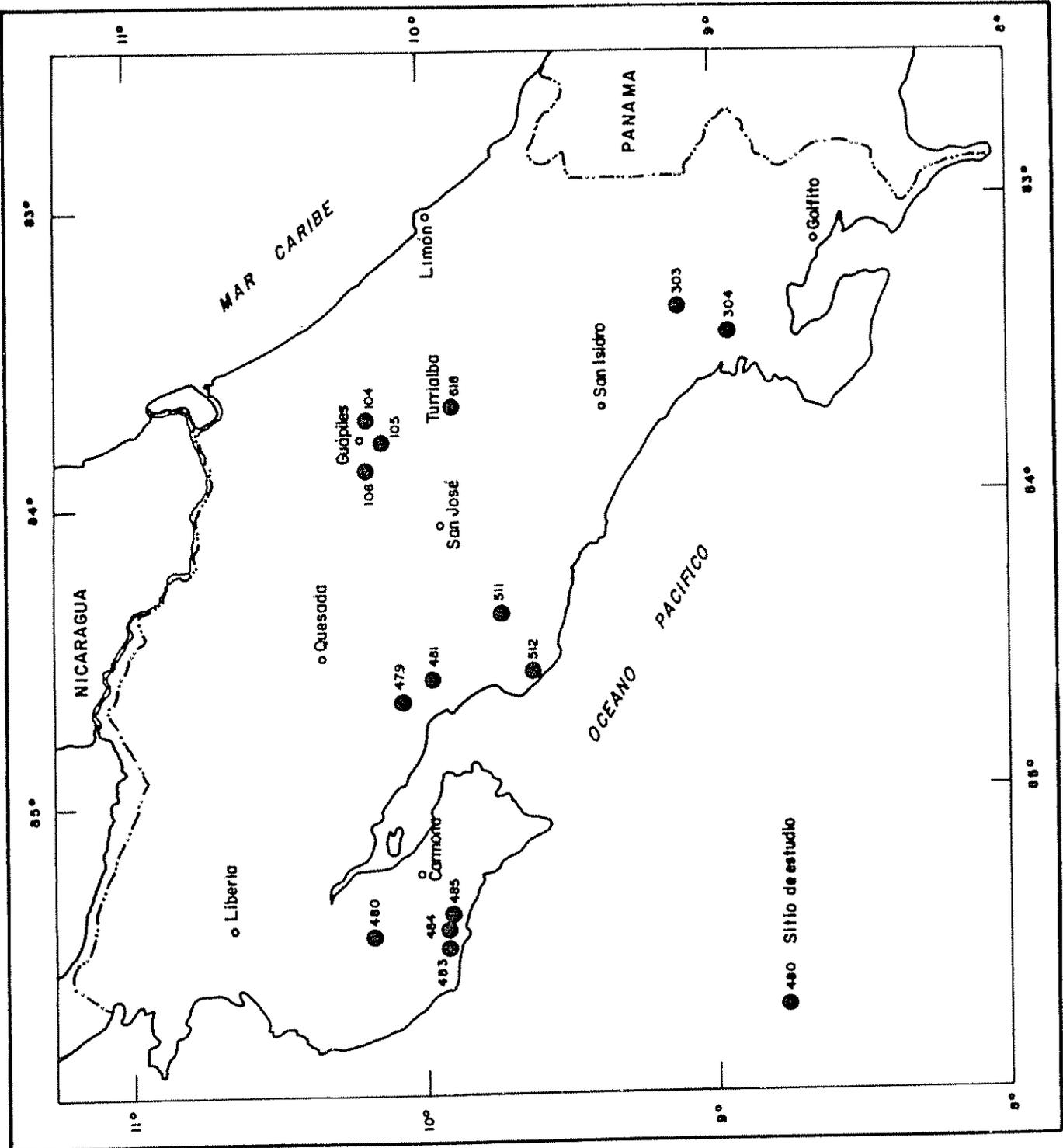


Fig. 1 Mapa de localización de las parcelas de pochote en Costa Rica

Cuadro 3. Localización de las parcelas de estudio. Ubicación política y fecha de plantación.

PARCELA	SITIO	CANTON	PROVINCIA	Fecha de plantación
1.Palmar	304	Palmar Norte	Puntarenas	09-06-76
2.Ceibo	303	Buenos Aires	Puntarenas	15-06-76
3.La Granja	104	Guápiles	Limón	20-10-76
4.Diamantes	105	Guápiles	Limón	15-07-75
5.La Rosalía	106	Guácimo	Limón	24-01-77
6.Juanilama	479	Esparza	Puntarenas	04-60
7.Dulce Nombre	480	Nicoya	Guanacaste	05-07-79
8.Coopebarro	481	Turubares	Puntarenas	12-09-80
9.Sámara	483	Sámara	Guanacaste	10-07-82
10.Pto. Carrillo	484	Hojancha	Guanacaste	07-82
11.Paniagua	485	Hojancha	Guanacaste	15-08-83
12.La Gloria	511	Puriscal	San José	05-05-75
13.Esterillos	512	Parrita	Puntarenas	30-06-82
14. CATIE	618	Turrialba	Cartago	07-46

3.3 Régimen de propiedad.

Las parcelas son en su mayoría de propiedad privada, solo tres pertenecen a colegios agropecuarios del estado (la Gloria de Puriscal, Palmar Norte y Bajo del Ceibo de Buenos Aires) y una pertenece a la Estación Experimental del Ministerio de Agricultura y Ganadería Los Diamantes en Guápiles.

3.4 Localización geográfica

La localización se tomó de las hojas cartográficas de escala 1: 50.000 del Instituto Geográfico Nacional utilizadas por el Departamento de Investigaciones de la Dirección General Forestal (Cuadro 4).

3.5 Clima.

Los datos climáticos para las parcelas de la Península de Nicoya fueron tomados de Vives y Van (1977). Para los demás sitios se han utilizado los registros del Servicio Meteorológico de Costa Rica correspondientes a las estaciones meteorológicas más cercanas a cada sitio. El Cuadro 4 presenta los sitios estudiados y las características ambientales. La zona de vida se obtuvo por medio de la aplicación de la metodología de Holdridge (1979) y la distribución de lluvias según la metodología propuesta por Aubreville (1965). Dicha metodología utiliza tres cifras: la primera enseña el número de meses al año con precipitaciones mayores de 100 mm (meses muy lluviosos), la segunda los meses con precipitaciones de 30 a 100 mm (meses intermedarios) y la tercera los meses con precipitaciones menores a 30 mm (meses ecosecos).

Cuadro 4. Aspectos climáticos y geográficos de los sitios con parcelas de *B. quinatum*, Costa Rica.

Sitio	Ubicación Lat x Long	Elevación msnm	Temp. media	Precip. mm/año	Distrib. lluvias	Zona de vida
104	10°13'x83°44	240	24,7	4526	12-0-0	bmh-T
105	10°13'x83°46	200	24,7	4526	12-0-0	bmh-T
106	10°17'x83°40	70	24,7	4526	12-0-0	bmh-T
303	09°10'x83°22'	300	25,9	3672	8-3-1	bmh-P
304	08°58'x83°27	26	26,9	3667	9-3-0	bmh-T
479	09°59'x84°39'	208	26,5	2320	8-1-3	bh-T
480	10°08'x85°28'	120	27,0	2223	7-1-4	bh-T
481	09°55'x84°31'	224	26,0	2496	8-1-3	bh-T
483	9°53' x85°32'	300	27,0	2223	7-1-4	bh-T
484	9°52'x85°28'	80	27,0	2223	7-1-4	bh-T
485	9°53' x85°27'	50	27,0	2223	7-1-4	bh-T
511	09°39'x84 37'	360	22,5	3205	9-0-3	bh-T
512	09°31'x84°20'	05	26,7	3193	9-3-0	bmh-T
618	09°53'x83°38'	570	21,5	2641,6	11-1-0	bmh-P

Códigos de sitio según Cuadro 3.

En el anexo 1 se presentan los diagramas climáticos según Walter (1977), para las estaciones que cuentan con datos de temperatura y precipitación.

En el Anexo 5 se indican los promedios, máximos y mínimos de precipitación y temperatura por mes.

3.6 Suelos

Para el estudio de suelos en cada sitio se cavó una calicata de 1m de ancho, 1 m de profundidad y 1.5 m de largo, el largo orientado de Este a Oeste. Se realizó la interpretación de las calicatas y el muestreo de suelos para cada horizonte. En el campo se identificaron los horizontes presentes en cada perfil, grosor del horizonte, textura, estructura, poros, con base a la metodología del USDA (1975). Con respecto a las variables físicas se determinó: la pendiente (con el clinómetro Suunto de lectura directa), la pedregosidad, el drenaje, exposición de la pendiente, material parental, erosión (tipo y forma) y uso de la tierra en áreas vecinas.

El análisis de laboratorio se realizó en el laboratorio de suelos del CATIE e involucró los siguientes aspectos:

1. Análisis de pH en agua en relación 1 : 2.5, en cloruro de potasio 1N en relación 1 : 2,5 y en fluoruro de sodio en relación 1 : 50; todos determinados con potenciómetro.
2. Acidez extraíble en KCL 1N.
3. Análisis de materia orgánica por el método de Walkley y Black.
4. Análisis de la capacidad de intercambio catiónico con acetato de amonio 1N a pH 7 en relación 1 : 20.
5. Acidez intercambiable con cloruro de bario-trietilonaamina a pH 8,2 en relación 1:20.
6. Cationes intercambiables (Ca, Mg, K y Na) por espectrofotometría de absorción atómica extraídos con acetato de amonio 1N.
7. Densidad de partículas.
8. Textura por el método de Bouyoucos usando como dispersante una mezcla

de hexametafosfato de sodio al 10 %.

Con los resultados de laboratorio se calcularon los siguientes parámetros:

$$\% \text{ saturación de acidez} = \frac{(\text{Ac. Intercambiable (BaCl}_2\text{) a pH 8,2)}}{(\text{CIC a pH 8,2}) \text{ meq/100g}}$$

$$\% \text{ saturación de aluminio} = \frac{\text{aluminio (meq/100g)}}{(\text{Bases} + \text{aluminio}) \text{ meq/100g}}$$

Se convirtió el aluminio de meq/100ml a meq/100g utilizando la densidad aparente de cada muestra de suelo.

$$\% \text{ saturación de bases} = \frac{\text{Suma de bases (meq/100g)}}{\text{CIC a pH 8,2 (meq/100g)}}$$

3.7 Tamaño y forma de las parcelas.

Las parcelas establecidas por la Dirección General Forestal son de forma cuadrada con un área de 676 metros cuadrados (26m x 26m) con 169 árboles por parcela plantados a un distanciamiento promedio de 2x2. La parcela de medición es de 81 árboles, dejándose dos hileras de borde a cada lado de la parcela. Los sitios 481, 483, 484 y 485 poseen un área de 438, 540, 441 y 441 m² respectivamente, y cuenta cada una de ellas, con dos hileras de borde. El número de árboles por parcela inicialmente fue de 70, 86, 70 y 70, respectivamente.

3.8 Método de medición de las parcelas.

Las parcelas se midieron de tal manera que el árbol número uno se ubicó en la esquina NE de cada parcela de medición y se siguió la medición en dirección Oeste y luego se regresó con la segunda fila en dirección Este según la metodología utilizada por la Dirección General Forestal.

Norte

09 08 07 06 05 04 03 02 01 Este
 10 11 12 13 14 15 16 17 18
 27 26 25 24 23 22 21 20 19

3.9 Medición del DAP y la altura total.

Para medir el DAP se limpió el fuste de espinas, se usó cinta diámetrica de plástico con precisión de 1 mm. Para la altura se usó vara telescópica de 15 m. Se consideró como altura total la distancia desde el suelo hasta la yema terminal o lateral más alta. Se midió la altura total y el DAP para todos los árboles.

3.10 Cálculo del volumen comercial (sólo para la parcela de Juanilama de Esparza).

El volumen se calculó con la siguiente fórmula

$$V = g \times hc \times f$$

donde: g es el área basal individual a la altura del pecho (m^2).

$$g = dap^2 \times \pi/4$$

hc es la altura comercial medida desde la base del árbol hasta un diámetro mínimo de 20 cm.

f es un factor de forma (0,6) calculado a partir de

15 árboles volteados en Dulce Nombre de Nicoya, obtenido de la relación VR/Vadap (VR es el volumen real obtenido por la fórmula de Smalian y el Vadap es el volumen aparente al dap,

3.11 Cálculo del volumen total para todas las parcelas.

Se utilizó la fórmula de Huber modificada.

$$V = g \times h \times 0,6$$

g: es el área basal individual a la altura del pecho.

h: es la altura total.

0,6: es un factor de forma para pochote calculado con la cubicación de árboles en pie y volteados de pochote.

3.12 Cálculo del incremento medio anual (IMA) en diámetro y altura total por parcela.

Se considera el IMA como el crecimiento promedio anual en diámetro o altura desde el momento de la plantación a la última medición.

3.13 Cálculo de la altura mayor

La altura mayor es la altura promedio de los 100 árboles más altos por hectárea (Voorhoeve y Schulz, 1968). Se calculó el número de árboles proporcionalmente al área de la parcela.

3.14 Cálculo del índice de espaciamiento relativo o índice de Hart.

El índice de Hart se calculó por la metodología de Hart, citado por Silva (1971). La fórmula se indica a continuación:

$$S\% = \frac{a}{H_m} \times 100 ; \text{ donde } a = \frac{|10000|}{|N|}^{0.5}$$

S%: índice de espaciamiento relativo

a: es el espaciamiento promedio en metros

H_m: la altura mayor

N es el número de árboles por ha

3.15 Cálculo del índice de densidad del rodal

El índice de densidad del rodal se calculó siguiendo la metodología propuesta por Reineke (1933). La fórmula es:

$$IDR = N * ((DAP/25) \exp 1,67)$$

donde: N es el número de árboles por ha.

DAP es diámetro medio del rodal en cm

exp indica que la expresión a continuación es el exponente de la expresión anterior.

3.16 Cálculo de la altura de forma

La altura de forma se calculó dividiendo el volumen total con corteza por el área basal con corteza para cada sitio y para cada medición. Luego con las 57 alturas de forma obtenidas se realizó un modelo de regresión lineal entre la altura de forma y la altura media del

rodal. También se determinó el coeficiente de correlación y el coeficiente de determinación entre la altura media y la altura de forma.

3.17 Formularios utilizados.

Para la recolección de la información fueron utilizados los siguientes formularios: Formulario # 11 "Única medición de árboles individuales", el Formulario "Descripción del Ensayo", el formulario "Desarrollo del Experimento", el formulario # 1 "Descripción de sitios" y el formulario # 2 "Recopilación de Información en Parcelas" del Departamento de Recursos Naturales del CATIE.

3.18 Procesamiento de la información.

La grabación y análisis de los datos de campo y laboratorio se realizó en un computador IBM 4331 en el CATIE. Se usó el sistema de análisis estadístico (SAS) 1985 para el análisis de los datos.

3.19 Clasificación del crecimiento.

El crecimiento se clasificó de acuerdo a la metodología utilizada por Martínez (1981):

1. Muy rápido crecimiento > 20 mm/año de incremento medio anual en diámetro, o > 20 dm/año de incremento medio anual en altura.
2. Rápido crecimiento de $10 - 20$ mm/año de incremento medio anual en diámetro, o de $10 - 20$ dm/año de incremento medio anual en altura.
3. Lento crecimiento < 10 mm/año de incremento medio anual en diámetro o < 10 dm de incremento medio anual en altura.

3.20 Cálculo de las curvas de índice de sitio.

Se calculó dos familias de curvas de índice de sitio con los datos de altura mayor y edad, para dos edades base (8 años y 10 años). Luego

de obtener las curvas de índice de sitio, se calculó los índices de sitio respectivos para los modelos de intercepto común y pendiente común.

Se confeccionó una matriz de correlación para determinar la relación entre el índice de sitio y los factores climáticos, topográficos y edáficos.

Se tomó los factores que correlacionaron mejor con el índice de sitio y se construyeron cuatro modelos de regresión. De esta manera se obtuvo un modelo que incluye la pendiente, la precipitación y los factores edáficos del horizonte A que mejor correlacionaron con el índice de sitio. El segundo modelo incluye los factores edáficos del horizonte B o el que se encontrara inmediatamente abajo del horizonte superficial. Se trató de que las variables escogidas no estuvieran fuertemente correlacionadas. Finalmente se realizó dos modelos simplificados.

4. RESULTADOS

4.1 Características dasométricas de las parcelas estudiadas.

El Cuadro 5 muestra el crecimiento según el incremento medio anual en diámetro, altura y área basal, también se indican otros atributos del rodal como el número de árboles por parcela, el número de árboles por hectárea, el diámetro medio cuadrático, el índice de Hart, el índice de densidad del rodal y la altura mayor para las últimas dos mediciones realizadas en las parcelas de Pochote. En el Cuadro 1A del anexo se muestran los mismos atributos para el total de las mediciones realizadas. El Cuadro 6 muestra para las últimas dos mediciones: las fechas de medición, la edad a la que se realizó cada medición, el diámetro medio, el área basal, el volumen total con corteza, los coeficientes de variación para el diámetro y la altura para las últimas dos mediciones. El Cuadro 2A muestra las mismas variables del Cuadro 6, obtenidas en todas las mediciones realizadas y la altura de forma la cual multiplicada por el área basal da el volumen cúbico total con corteza para cada medición y cada sitio.

Cuadro 5. Incremento medio anual en diámetro (id), altura (ih) área basal (ig) y otros atributos del rodal para las parcelas evaluadas. Ver simbología en métodos.

Sitio Area m ²	Edad años	id mm	ih dm	ig m ² /ha	n	N	dg mm	S%	IDR	Hm dm
104	8,7	17	11	3,116	43	1327	140	21	591	130
324	10,2	15	11	2,792	43	1327	143	19	610	141
105	10	16	10	2,946	44	1358	131	21	665	130
324	11,4	15	9	3,053	44	1358	142	18	770	154
106	6,1	23	17	3,674	42	1296	109	22	528	125
324	9,7	18	16	3,068	37	1142	125	17	642	173
303	9,3	23	14	3,362	26	802	175	23	623	151
324	10,3	24	17	4,20	26	802	206	18	829	197
304	8,0	18	17	5,501	78	2407	149	12	991	173
324	10,3	19	16	3,579	37	1141	137	12	786	187
479	24,2	12	6	0,992	32	320	332	28	417	200
1000	26,5	11	5	1,066	32	320	359	29	463	190
480 438	7,3	25	17	3,352	38	868	190	25	534	137
481	5,7	23	16	3,579	46	1420	105	26	501	103
324	6,02	24	18	4,021	46	1420	114	22	571	123
483	2,6	14	11	0,400	48	889	39	84	36	40
540	4,3	22	11	1,298	37	685	38	57	143	67
484 441	4,3	15	8	0,84	36	816	75	55	93	56
485	1,5	13	10	0,08	46	1043	23		15	27
441	3,2	24	12	1,695	46	1043	90	55	149	56
511	10,8	9	6	1,457	50	1543	108	24	362	105
324	11,5	11	7	1,328	33	1019	107	26	351	120
512	3,6	35	17	3,351	51	1574	85	34	521	75
324	4,3	30	18	5,225	51	1574	116	26	521	97
618	16,0	19	12		29	386		27	567	187
750	40,0	12	6	1,2	18	240	523	20	738	320

Cuadro 6. Incrementos totales y coeficientes de variación (CV) para las variables diámetro (d) y altura total. Area basal y volumen para las 14 parcelas evaluadas. Ultimas dos mediciones.

Sitio	Fecha de medición	Edad años	d mm	CV d	h mm	CV h	g m ² /ha	Vol m ³ /ha
104	02-07-85	8,7	154	31	98	11	27,11	168,98
	11-12-86	10,2	157	32	117	13	28,48	207,36
105	10-07-85	10	163	21	110	9	29,46	198,3
	11-12-86	11,4	178	17	132	10	34,81	277,4
106	16-03-83	6,1	146	19	105	24	22,41	146
	03-10-86	9,7	177	24	158	7	29,76	285
303	06-10-85	9,3	215	28	132	6	31,27	248
	20-10-86	10,3	255	24	182	6	43,27	482
304	22-05-84	8	147	27	137	21	44,01	393
	21-10-86	10,3	200	18	172	7	36,84	386
479	12-07-84	24,2	293	28	162	11	24,01	228
	23-10-86	26,5	312	29	158	12	28,26	262,7
480	21-11-86	7,3	187	16	128	4	24,47	189
481	10-06-86	5,7	134	11	93	10	20,40	115
	23-10-86	6,0	145	15	111	7	24,13	163
483	23-03-85	2,6	37	27	29	22	1,04	2,0
	22-11-86	4,3	98	28	51	21	5,58	19
484	22-11-86	4,3	68	46	38	25	3,63	9,8
485	25-02-85	1,5	20	50	16	40	0,36	
	22-11-86	3,2	78	30	41	19	5,42	14,7
511	12-03-86	10,8	105	41	65	38	15,74	75
	24-10-86	11,5	132	30	81	32	15,27	85
512	29-01-86	3,6	129	26	61	16	12,06	47,1
	22-10-86	4,3	129	30	81	14	22,47	115
618	59	13,0	254		152			
618	09-62	16,0	315		187			
618	07-01-87	40,0	490	37	229	24	55,25	800

En el Cuadro 7 se clasifica el crecimiento del pochote según la metodología indicada en la sección tres (materiales y métodos), utilizada por Martínez (1981) y se indican los posibles factores que limitan el crecimiento en los sitios estudiados.

Cuadro 7. Clasificación del crecimiento del pochote en los sitios estudiados.

Sitio	edad	crecimiento dap	altura	Factor limitante
104	6,5 10,2	m.r r	r r	horizonte rocoso
105	10,2	r	r	
106	6,1 9,7	mr r	r	
303	10,3	mr	r	
304	7,3 10,3	mr r	r	
479	26,5	r	l	alto contenido de arcilla, fuerte período seco y pendiente alta
480	7,3	mr	r	
481	5,7	mr	r	
483	4,3	r	r	
484	4,3	r	r	
485	3,2	mr	r	
511	11,5	r	l	
512	4,3	mr	r	
618	40,0	r	l	

mr = muy rápido crecimiento (>20 mm/año en dap o >20 dm en altura)
 r = rápido crecimiento (10 a 20 mm/año en dap o 10 a 20 dm/año en altura)
 l = lento crecimiento (<10 mm/año en dap o < 10 dm/año en altura)

4.2 Índices de sitio para Pochote.

Se calculó curvas de índice de sitio cada dos metros para la altura mayor a las edades base (8 y 10 años), iniciando para la edad base de ocho años con una curva a los 8 m de altura y finalizando con una curva para los 18 m de altura dominante. El modelo para la edad base 10 años se inició con una curva a los 10 m y se finalizó con una curva a los 20 m. Para cada edad base se calculó dos modelos (pendiente común e intercepto común). Se utilizó dos edades base con el fin de comparar si las parcelas evaluadas permanecían dentro de las mismas clases de sitio para las dos edades. El Cuadro 7 muestra los índices de sitio y los coeficientes de regresión basados en los modelos de intercepto común y de pendiente común a las edades de 8 y 10 años. El Anexo 2 muestra los respectivos índices de sitio para cada parcela y cada medición a la edad de ocho años. En el Anexo 3 se muestran los índices de sitio para las 14 parcelas evaluadas a una edad base de 10 años.

Se incluyó el sitio (486) situado en Lagunilla de Sta. Cruz de Guanacaste con el fin de aumentar el tamaño de la muestra pero por no disponer de análisis de suelo no se incluyó dentro del análisis de regresión. En el Anexo 3 se observa que el sitio 303, Buenos Aires de Puntarenas, presenta la mejor calidad junto con el sitio 304 de Palmar Norte. El índice de sitio basado en un modelo de intercepto común es de 19,3 para el sitio 303 y de 18,3 para el sitio 304. También se observa que los sitios 511, 484 y 479 La Gloria de Puriscal, Estrada-Rávago y Juanilama de Esparza, respectivamente, son los peores sitios con un índice de sitio a los 10 años de alrededor de 10 m. En sitios de mediana calidad se encuentran los sitios en orden descendente 106, 512, 481, 480, 105 y 104 que se muestran también aptos para el crecimiento del Pochote.

Las figuras 1A y 2A del Anexo 2 y las figuras 3A y 4A del Anexo 3 presentan las curvas de índice de sitio para los modelos de intercepto común y pendiente común a las edades base de ocho y diez años.

La ecuación de intercepto común para la edad base de ocho y diez años fue:

$$\ln hm = -5,3012 + b/A^{0,199} \quad (1)$$

donde: $\ln hm$ es el logaritmo natural de la altura mayor

-5,3012 es el intercepto

b es la pendiente

La ecuación de pendiente común para las edades de 8 y 10 años fue:

$$\ln hm = a + 6,1292 / A^{0,199}$$

donde: $\ln hm$ es el logaritmo natural de la altura mayor

6,1292 es la pendiente

a es el intercepto

Cuadro 7. Coeficientes de regresión de los índices de sitio para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) (Jacq) Dugand, a los ocho y diez años de edad, en 14 sitios en Costa Rica. 1987.

Edad base ocho años Índice de sitio (m)	Coeficientes de regresión	
	Intercepto común	Pendiente común
8	-6,125	5,585
10	-5,787	5,808
12	-5,512	5,990
14	-5,279	6,144
16	-5,077	6,278
18	-4,898	6,395
Índice de sitio (m)	Intercepto común	Pendiente común
10	-6,050	5,655
12	-5,762	5,838
14	-5,518	5,992
16	-5,307	6,125
18	-5,121	6,243
20	-4,95	6,349

4.3 Correlación entre las variables dasométricas y los factores climáticos, edáficos y topográficos.

Se utilizó el programa Statgraphics 1986 para realizar una matriz de correlación. Dicha matriz se subdividió en dos una que incluyó los factores edáficos del horizonte A y otra que incluyó los factores edáficos del horizonte B, se hizo de esta manera debido a que el sitio 104 (La Granja) no posee horizonte B y el sitio 479 que se dividió en tres micrositios por pendiente y tipo de suelo no se le muestreo el horizonte B del micrositio dos. La descripción de los perfiles del suelo y las condiciones topográficas de cada sitio se encuentran en el Anexo (4). Los factores edáficos del horizonte A y B utilizados en la matriz de correlación se encuentran en los Cuadros 4A, 5A y 6A.

4.3.1 Correlación de las variables climáticas con el índice de sitio.

A través de las matrices de correlación y de los coeficientes encontrados, se identificaron algunos factores que influyen positiva o negativamente en el crecimiento de la especie. Se probaron seis variables climáticas: altitud (msnm), temperatura media anual ($^{\circ}\text{C}$), precipitación media anual en (mm/año), el número de meses con precipitación entre 30 y 100 mm, el número de meses con precipitación menor a 30 mm y el número de meses con déficit hídrico calculados con el factor de evapotranspiración potencial (58,93) (Holdridge, 1979).

Se obtuvo que la precipitación media anual correlaciona al 0,3 % ($r=0,4611$) con el índice de sitio, el número de meses secos correlacionó positivamente ($r=0,5087$) al 0,06 % con el índice de sitio y el número de meses muy secos correlacionó negativamente ($r=-0,477$) al nivel del 0,1 %. Al variar el tamaño de la muestra de 16 sitios a 14 sitios (se eliminó el sitio 104 y el tercer micrositio 479) se obtuvo una correlación entre la precipitación y el índice de sitio significativa al 0,4 % ($r=0,4925$), el número de meses secos mostró una correlación positiva al 0,06 % ($r=0,555$). El número de meses muy secos (<de 30 mm de precipitación correlacionó negativamente con el índice de sitio ($r=-0,497$) también significativo al 0,3%. Estas correlaciones nos indican que el

crecimiento de la especie es mejor en lugares con un período seco no extremo en comparación con sitios sin período seco alguno y peor en lugares con meses muy secos en comparación a los lugares sin meses secos.

La pendiente correlacionó negativamente en las dos matrices se obtuvo un coeficiente de correlación significativo al 0,01 % con el índice de sitio ($r=-0,556$) y ($r=-0,543$) para las muestras de tamaño 16 y 14. Este parámetro es muy importante sobre todo en zonas secas y de lluvias fuertes ya que en condiciones de alta pendiente el agua escurre rápidamente y no permite que esta se infiltre y provea de una reserva suficiente a las plantas.

De todos los factores topográficos evaluados solo la pendiente correlacionó al 0,01 % ($r = -0,5564$).

4.3.2 Correlación de los factores edáficos con el índice de sitio.

Se probaron 16 variables químicas y seis físicas del suelo para el horizonte superficial (A en la mayoría de los casos) y la mismas variables para el horizonte subsiguiente (B en la mayoría de los casos). La variable edáfica del horizonte superficial que mejor correlacionó con el índice de sitio fue el contenido de arcilla ($r = -0,7092$) significativa al 0 %. Este coeficiente negativo nos indica que para los sitios estudiados con mayor contenido de arcilla en el horizonte superficial el índice de sitio fue más bajo. Generalmente la excesiva cantidad de arcilla impide el desarrollo de las plantas hasta el punto de ser un factor limitante por dificultar el desarrollo de las raíces y disminuir la disponibilidad de agua. Esto, unido a las pendientes altas y a la poca precipitación, hace que algunos sitios posean una calidad de sitio inferior a aquellos con menor cantidad de arcilla y una mayor disponibilidad de agua durante el año. El contenido de arcilla del horizonte B ($r = -0,6126$) fue significativo al 0,01 %, los sitios que presentaron el porcentaje de arcilla mayor fueron el sitio 511 (51 %), el sitio 485 (52 %) y el sitio 479 (71 %) en el suelo dominante.

La segunda variable física del suelo del horizonte superficial que

correlacionó con el índice de sitio fue el contenido de arena en porcentaje ($r=0,6176$) significativo al 0,0001 %. Este coeficiente de correlación positivo indica que a mayor contenido de arena en el sitio mayor será el índice de sitio. Esto se explica en parte debido a que en suelos de textura fina, existe menor aireación y una mayor porosidad, de tal manera existirá mayor disponibilidad de agua en el suelo.

4.4 Modelos de predicción del índice de sitio

Se utilizó los factores climáticos, edáficos y topográficos para obtener algunos modelos para predecir el índice de sitio. Se realizó un análisis de regresión múltiple a través del sistema "Stepwise" o regresión paso a paso.

El Cuadro 8 muestra los modelos obtenidos con sus respectivos coeficientes de correlación. El modelo más preciso (1) (Cuadro 8) posee un coeficiente de determinación ajustado con los grados de libertad de $R^2 = 0,9853$ y utiliza la pendiente, factores climáticos y factores edáficos del horizonte B, (o subsuperficial), las variables independientes son: el contenido de arena en porcentaje, el número de meses secos (con precipitación entre 30 y 100 mm), el contenido de arcilla en porcentaje, la altitud, la temperatura media anual, la precipitación, el número de meses húmedos (precipitación > 100 mm), la pendiente, el pH en agua, la materia orgánica, la acidez extraíble en KCl y el contenido de Calcio en meq/100 g de suelo.

El modelo (2) utiliza la pendiente, variables climáticas y variables edáficas del horizonte A. Obtuvo un $R^2= 0,9120$ (ajustado con los grados de libertad). Esto indica que el modelo explica el 91 % de la variación en el índice de sitio con base en el contenido de arena en porcentaje, el pH en agua, el pH en NaF, la altitud, la temperatura media anual, la precipitación, el número de meses húmedos (>100 mm de precipitación), el número de meses secos entre (30 y 100 mm de precipitación), la pendiente, el contenido de arcilla en porcentaje, la densidad de partículas, la capacidad de intercambio catiónico a pH 7 y la profundidad del horizonte A.

El modelo (3) ($R^2=0,66$ ajustado con los grados de libertad) utiliza el contenido de arcilla en porcentaje y el número de meses secos (precipitación entre 30 y 100 mm), el cuarto modelo ($R^2=0,50$ ajustado con los grados de libertad) y utiliza la precipitación, el número de meses secos (entre 30 y 100 mm de precipitación) y la pendiente.

En el Cuadro 7A se muestra un ejemplo de utilización de los modelos de predicción 1 y 4 para el sitio 303 (Bajo del Ceibo) y el Cuadro 8A muestra los rangos de utilización permitidos para el uso de los modelos de predicción de la calidad de sitio de las variables climáticas, edáficas y topográficas.

Cuadro 8. Modelos de regresión para predecir la calidad de sitio en altura mayor (m) para Pochote (Bombacopsis quinatum) en 14 sitios en Costa Rica. 1987.

 MODELO 1 $R^2 = 0,9853$ ajustado $R^2 = 0,9988$

$S = -349,3625 + 0,0542a - 8,3903ms + 0,5888A + 0,0808alt + 7,3848tma + 0,0138pma - 0,5746mh - 1,6597pen + 17,9164pH - 0,7059mo + 16,2667acex + 2,7324 Ca$

MODELO 2 $R^2 = 0,9120$ ajustado $R^2 = 0,9882$

$S = 150,0433 - 1,5641pHNaF + 7,1579pH - 0,0490alt - 1,6053tma + 0,0029pma - 1,8619mh - 2,7667 ms - 0,1109pen - 0,8699A - 17,5397den - 0,2526CIC7 + 0,7316prof$

MODELO 3 $R^2 = 0,6147$ ajustado $R^2 = 0,6661$

$S = 16,4507 + 1,315ms - 0,1057A$

MODELO 4 $R^2 = 0,5021$ ajustado $R^2 = 0,6016$

$S = 8,5565 + 0,0015pma + 1,5969ms - 0,0839pen$

a = contenido de arena en porcentaje

ms = meses secos (precipitación entre 30 y 100 mm)

A = contenido de arcilla en porcentaje alt = altitud (msnm) tma = temperatura media anual (°C)

pma = precipitación media anual en mm

mh = meses húmedos (> 100 mm de precipitación)

pen = pendiente en porcentaje pH = pH en agua

pHKCl = pH en Cloruro de Potasio.

mo = materia orgánica. acex = acidez extraíble (meq/100gr)

pHNaF = pH en Fluoruro de Sodio

den = densidad de partículas (g/ml)

CIC7 = Capacidad de intercambio cationico

prof = profundidad en cm

4.5 La altura de forma en la determinación del volumen.

En el Cuadro 2A del anexo se muestran las alturas de forma para cada parcela y cada medición. Se realizó un modelo de regresión lineal entre la altura media y la altura de forma para cada parcela, se encontró una correlación alta ($r = 0,9934$) con un $R^2 = 0,987$, lo que permite utilizar la altura de forma en inventarios rápidos de plantaciones de

Pochote en sitios similares a los estudiados. Estos inventarios se pueden realizar obteniendo el área basal por parcela, con la regla de Bitterlich, el prisma o midiendo con cinta árbol por árbol. Además se debe obtener la altura media del rodal con clinómetro, relascopio o algún otro instrumento. El modelo de regresión se muestra en el Cuadro 9 con su respectivo análisis de varianza para el modelo. En el Cuadro 9A se muestra la utilización de la altura de forma.

Cuadro 9. Regresión lineal entre la altura de forma y la altura media para 14 parcelas de Pochote. 1987.

Modelo lineal $y = a + bx$

Variable dependiente altura de forma

Variable independiente altura media

Parámetro	coeficiente	error estándar	valor T	nivel de probabilidad
Intercepto	0,626103	0,0937209	6,68051	$1,3597 \times 10^{-8}$
Pendiente	0,0565104	$8,8640 \times 10^{-4}$	63,7324	0

Análisis de varianza

Fuente de variación	suma de cuadrados	grados de libertad	cuadrado medio	Nivel de probabilidad
Modelo	357,8130	1	357,8130	0,000
Error	4,75398	54	0,0880	
Total	362,567	55		

Coeficiente de correlación = 0,9934 $R^2 = 98,69$

Error estándar de estimación = 0,29671

4.6 Clasificación taxonómica de los suelos en los sitios evaluados según el sistema U.S.D.A.

La clasificación taxonómica de los suelos de los sitios en estudio se realizó a través de la descripción de los perfiles en el campo y los análisis de laboratorio hechos a las muestras de suelo de cada horizonte. El Anexo 4 muestra la descripción de los perfiles y el Anexo 6 muestra la clasificación taxonómica desde el orden hasta el subgrupo. En forma de resumen en el Cuadro 10 se indican los subgrupos de suelos para cada

sitio.

Cuadro 10. Subgrupos de suelos para cada sitio en estudio de Pochote, Costa Rica, 1987.

Sitio	Subgrupo de suelos.
104 (La Granja)	Typic Troporthent
105 (Diamantes)	Typic Dystrandept
106 (La Rosalía)	Typic Dystrandept
303 (Bajo del Ceibo)	Fluventic Humitropept
304 (Palmar Norte)	Fluventic Troporthent
479 (Juanilama)	Lithic Eutropept (Suelo asociado)
479 (Juanilama)	Typic Haplustalf (Suelo dominante)
480 (Dulce Nombre)	Vertic Ustropept
481 (Coopebarro)	Typic Rhodustalf
483 (Sámara)	Typic Haplustalf
484 (Pto. Carrillo)	Fluventic Ustropept
485 (Pto. Carrillo)	Typic Haplustalf
511 (La Gloria)	Typic Rhodustult
512 (Esterillos)	Typic Eutropept
618 (Bajo Chino)	Typic Humitropept

4.7 Análisis financiero para una plantación de Pochote (Bombacopsis quinatum) en Juanilama de Esparza. 1987.

Para conocer algunos aspectos de la rentabilidad de una plantación de Pochote de 26 años en Juanilama de Esparza, Costa Rica, se realizó un análisis financiero de la misma. Se midió el DAP y la altura comercial hasta un diámetro mínimo de 20 cm que es el mínimo aserrable en Costa Rica, para la mayoría de las especies. Para el cálculo del volumen se utilizó la fórmula:

$$\text{Volc} = (\text{DAP})^2 * 0,7854 * 0,6 * \text{hc}$$

0,6 es un factor de forma obtenido de mediciones de árboles v olteados.

El volumen comercial obtenido para la parcela fue de 8,89 m³ de un total de 32 árboles (88,9 m³/ha), volumen relativamente bajo debido a la baja densidad inicial de plantación (480 arboles/ha); no se le han realizado raleos por lo que no se incluyeron dentro del análisis financiero.

El precio de la madera de Pochote puesta en patio de aserradero es de ₡ 16 colones la pulgada tica y el costo de transporte en camión de San Carlos a San José (95 km) es de 50 céntimos de colón por pulgada tica (1 m³ = 462 pulgadas ticas) (Flores, 1984), por tanto el precio de 1 m³ es de ₡ 7392 colones.

Se realizó dos modelos de análisis financieros, uno real en base a las densidades iniciales de la plantación de Juanilama de Esparza 480 árboles/ha y un rendimiento de 88,9 m³/ha. Se realizó también un modelo con manejo en base a densidades actuales de plantación del Pochote y en base a un sistema de plantación actual.

Los costos y los ingresos para el modelo sin manejo se encuentran en el Cuadro 10A. El Valor actual neto (VAN) a diferentes tasas de interés y los análisis de sensibilidad se encuentran en los Cuadros 11A, 12A y 13A, respectivamente.

ingresos superiores a los costos para compensar el esfuerzo realizado en el proyecto. La evaluación de proyectos forestales se realiza comparando costos e ingresos que suceden en diferentes años por lo tanto debe utilizar indicadores financieros que utilicen costos actualizados a una tasa de interés de inversiones similares al proyecto analizado.

Tasa de interés

La tasa de interés o costo de oportunidad del capital es la rentabilidad alternativa que tendría un proyecto sino se invirtiera en él, generalmente se utiliza la tasa de interés para préstamos realizados por los bancos en actividades similares a las del proyecto. En la mayoría de los países en desarrollo la tasa de actualización fluctúa entre el 8 y 15 por ciento. Para préstamos en actividades forestales en Costa Rica las tasas de interés impuestas por los bancos nacionales oscilan entre el 8 y el 12 %. En este proyecto se utiliza una tasa de interés del 12% para no sobreestimar ingresos al utilizar la tasa menor que utilizan los bancos (8 %). Se calculó los indicadores financieros: Valor actual neto, la relación beneficio-costos, la tasa interna de retorno y el valor esperado de la tierra.

Valor actual neto

El valor actual neto se define como la diferencia entre el valor actual de la corriente de beneficios menos el valor actual de la corriente de costos.

La mayor desventaja del VAN es el problema de encontrar una tasa de descuento apropiada, aunque esta desventaja sucede también con el Valor esperado de la tierra.

Las principales ventajas de este método, según Sage (1984) son:

1. Toma en cuenta la magnitud y la distribución, en el tiempo de costos e ingresos.
2. Los costos e ingresos son reducidos a una base común para establecer el valor neto; y

3. Provee un solo resultado en el cual debe basarse la decisión de aceptar o no la inversión.

Para el proyecto de Pochote analizado el modelo sin manejo posee un VAN de ₡ 1091 colones (Cuadro 11) este valor es el ingreso neto que obtiene el inversionista forestal del proyecto cubriendo los costos del proyecto y el costo de oportunidad del capital. El criterio para aceptar un proyecto desde el punto de vista financiero es que posea un VAN positivo. Esto puede ser una desventaja ya que no considera un flujo adecuado de efectivo al ser ligeramente superior a cero.

En el modelo con manejo se obtuvo un VAN de ₡ 10.076 colones (Cuadro 11) lo que hace aceptable el proyecto en base al criterio establecido, además el VAN del modelo con manejo es mayor que el VAN del modelo sin manejo lo que hace que este modelo sea más rentable financieramente.

Relación beneficio-costo.

Este indicador financiero se considera como la relación obtenida cuando el valor actual de la corriente de beneficios se divide entre el valor actual de la corriente de costos. Este índice hace aceptable este proyecto en base al criterio de aceptar los proyectos con una relación beneficio-costo de uno o mayor cuando las corrientes de costos e ingresos se han actualizado al costo de oportunidad del capital. En el modelo sin manejo de Pochote se obtuvo (Cuadro 11) una Relación Beneficio-Costo de 1,03.

En el modelo con manejo se obtuvo una relación beneficio-costo de 1,23 lo que hace aceptable el proyecto en base al criterio anteriormente establecido, además este índice es superior al índice del modelo sin manejo que lo hace preferible en términos financieros.

Tasa interna de retorno.

Se considera la tasa interna de retorno (TIR) como el interés máximo que podría pagar un proyecto si se desea que recupere la inversión y los costos de operación, y además tenga entradas y gastos iguales, es decir es la tasa de interés en la que los costos descontados son iguales a los ingresos descontados.

Cuadro 11 Análisis financiero para una plantación de Bombacopsis quinatum en Esparza. Análisis de rendimiento del proyecto. Tasa de interés 12 %.

	CON MANEJO	SIN MANEJO
Valor presente neto (VAN)	¢ 10076,0	¢ 1091,0
Valor esperado de la tierra (VET)	¢ 10706,0	¢ 1160,0
Relación beneficio/costo	1,23	1,03
Períodos para pagar	25	25
Tasa interna de retorno	13,14 %	12,17 %

La TIR se compara con el costo de oportunidad del capital y se acepta el proyecto en base al criterio de que la TIR sea mayor que el costo de oportunidad del capital. En el modelo sin manejo para la plantación de Pochote analizada se obtuvo una TIR de 12,1 % lo que hace el proyecto aceptable en base al criterio establecido. Para el modelo con manejo se obtuvo una TIR de 13,14% la cual hace el proyecto aceptable en base al criterio anterior, este indicador es ligeramente mayor en el modelo con manejo que en el modelo sin manejo, lo cual hace preferible el modelo con manejo.

Valor esperado de la tierra.

El valor esperado de la tierra es el máximo valor que se puede pagar por la tierra para dedicarla a una actividad en particular, este valor se deriva de la cantidad, calidad y precio de los productos que la tierra pueda producir, y de los costos que se deban hacer para la producción.

El método del valor esperado de la tierra (VET) determina el valor de la tierra por medio del cálculo del valor descontado de una serie infinita de ingresos netos, recibidos al final de cada rotación o turno. Se utiliza el costo de oportunidad del capital y no se toma en cuenta el precio actual de la tierra.

Para el cálculo del valor esperado de la tierra (Sage, 1984), se calcula primero el valor futuro neto, o sea, el ingreso neto al último año. Luego se calcula el valor presente de una serie infinita de ingresos netos recibidos cada "n" años, por medio de la fórmula:

$$VET = \frac{a}{(1 + i)^n - 1}$$

donde : a = ingreso neto recibido cada "n" años

i = tasa de descuento

n = número de años para cada turno

Respecto al VET es importante considerar que:

1. Si el VET excede al precio actual de la tierra, significa que ella está valorada por debajo del valor real y que el proyecto de reforestación promete un retorno mayor al costo del capital;
2. Si el VET es menor que el precio actual de la tierra, significa que la inversión en reforestación no debe llevarse a cabo dado que no paga el costo del capital y que la tierra está sobrevalorada;
3. Un VET igual al precio actual de la tierra significa que el proyecto de reforestación promete un retorno igual al costo del capital y que la tierra no está ni sobrevalorada ni valorada por debajo de su valor real.

En el modelo sin manejo se obtuvo un VET de ¢ 1.160 colones, este indicador no hace aceptable el proyecto ya que en la zona el valor especulativo de la tierra es alrededor de los C50.000,0 colones, posiblemente el valor para otros usos de la tierra en la zona es menor ya que los suelos son de aptitud forestal y solo son utilizados en su mayoría para la ganadería de carne en forma extensiva. En el modelo con manejo el valor esperado de la tierra es de ¢ 10.706 colones lo que no hace aceptable el modelo con manejo y preferible al modelo sin manejo.

Análisis de sensibilidad.

Con el uso del programa CASH se realizaron dos análisis de sensibilidad para cada modelo desarrollado, el primero (Cuadro 12A) es la sensibilidad del proyecto a un 10% de cambio en los costos o en los ingresos, se puede observar que para el modelo sin manejo los costos que pueden cambiar en mayor grado el VAN y el VET son la chapia, la compra de arbolitos y los ingresos por venta de madera de aserrío; si se aumenta la chapia en un 10 % de su costo disminuye el VAN en ₡1510,0 colones o viceversa, el costo de los arbolitos aumentado en un 10% disminuye el VAN en ₡ 704 colones.

En los ingresos si se aumenta el valor de la madera en un 10% el VAN aumenta en ₡ 3.848,0 colones y el VET aumenta en ₡ 3.626,0 colones.

Para el modelo con manejo las variables que influyen en mayor grado en el Valor actual neto son (Cuadro 16A) la chapia, la compra de arbolitos, los costos de rodajea, los costos de los raleos y los ingresos por madera para aserrío. Un 10% de aumento o disminución en los costos de chapias cambia el VAN en ₡1510,0 colones y el VET en ₡ 1423,0 colones; la variación en un 10 % de los costos de arbolitos cambia en ₡555,0 colones el valor actual. La disminución en la producción de la madera de aserrío en un 10 % hace que el VAN disminuya en ₡ 5.270,0 colones y el VET disminuya en ₡4.967,0 colones.

El segundo análisis de sensibilidad es un análisis de riesgo (Cuadros 13A y 17A) que indica cuales variables pueden cambiar en tal grado que hagan el Valor actual neto igual a cero, se observa que los rubros de costos en el modelo sin manejo que pueden hacer el Valor actual neto igual a cero son la limpieza inicial, el hoyado, la siembra, la chapea, la compra de arbolitos, los imprevistos, el transporte y la rodajea. Para el modelo con manejo el único rubro de costos que puede hacer el VAN igual a cero es la actividad de chapia.

En los ingresos los rubros por venta de madera pueden hacer el VAN

igual a cero si disminuyen en un 2,84 % (¢ 1.091,0 colones) para el modelo sin manejo y 19,12 % (¢10.076,0 colones) para el modelo con manejo lo cual puede ocurrir fácilmente en el modelo sin manejo dado el bajo porcentaje de cambio en el rendimiento de la madera el cual es esperable dada la variabilidad en el rendimiento de las plantaciones forestales que pueden ser afectadas por plagas, sequía, etc. En base a los análisis anteriores es claro que el modelo con manejo es menos sensible al ascenso o descenso de los costos de mano de obra y menos sensible a descensos en el valor de la madera lo cual lo hace preferible al modelo con manejo.

4.8 Análisis financiero para las parcelas de Bajo del Ceibo de Puntarenas y Palmar Norte.

Se realizó un análisis financiero para los sitios 303 y 304 con el fin de comparar los índices financieros de clases de sitio superiores a la clase de sitio de la parcela de Esparza. El análisis financiero realizado para la parcela de Juanilama fue hecho en la peor calidad de sitio (clase de sitio 6) mientras que los sitios 303 y 304 pertenecen a la clase de sitio mejor (clase de sitio 1).

Se utilizó la mitad del volumen total para los sitios 303 y 304 (Cuadro 5) que es 241 m³/ha para el sitio 303 (Bajo del Ceibo) y 196,5 para el sitio 304 (Palmar Norte). Los ingresos por venta de madera para aserrió para el sitio 303 son de ¢1.781.472,0 y de ¢ 1.452.528,0 para el sitio 304.

Se observa en el Cuadro 12 los indicadores financieros para la plantación de Bajo del Ceibo de Puntarenas, el VAN es de ¢62.163,0 colones el cual es superior considerablemente al VAN de los modelos con manejo y sin manejo de la parcela de Juanilama de Esparza, el VET, la relación beneficio-costos y la tasa interna de retorno son superiores a los modelos con manejo y sin manejo de la parcela de Juanilama de Esparza, por lo tanto, la plantación de Bajo del Ceibo es desde el punto de vista financiero más rentable que la parcela de Juanilama de Esparza.

El análisis financiero para el sitio 304 (Cuadro 13), muestra, que el VAN para la plantación de Pochote a la edad de 26 años es de ¢ 42,814,0 colones, el cual es inferior al VAN del sitio 303 pero superior al VAN de los modelos con manejo y sin manejo de la parcela de Juanilama de Esparza. El VET es superior al valor especulativo de la tierra en la zona que oscila entre los 15 mil y 20 mil colones por hectárea, la relación beneficio-costos es superior a la unidad y la tasa interna de retorno es más alta que la tasa alternativa (12 %), lo cual hace el proyecto aceptable desde el punto de vista financiero, pero los cuatro indicadores mencionados son inferiores a los obtenidos en la parcela de Bajo del Ceibo por lo que se considera a esta plantación más aceptable desde el punto de vista financiero.

Cuadro 12. Análisis financiero para una plantación de Bombacopsis quinatum en Bajo del Ceibo de Puntarenas. Análisis de rendimiento del proyecto. Tasa de interés 12 %

Valor presente neto (VAN)	¢	62163,0
Valor esperado de la tierra (VET)	¢	66048,0
Relación beneficio/costo		2.41
Períodos para pagar	25	períodos
Tasa interna de retorno		16.73%

Cuadro 13. Análisis financiero para una plantación de Bombacopsis quinatum en Palmar Norte de Puntarenas. Análisis de rendimiento del proyecto. Tasa de interés 12 %

Valor presente neto (VAN)	¢	42814,0
Valor esperado de la tierra (VET)	¢	45489,0
Relación beneficio/costo		1,97
Períodos para pagar	25	períodos
Tasa interna de retorno		15,67 %

5. DISCUSION DE RESULTADOS

Los incrementos obtenidos para las parcelas evaluadas, con excepción de los sitios 479, 511 y 484, son superiores a los informados por Pimentel (1982) en Caparo en plantaciones bajo cubierta. Igualmente son superiores a los reportados por Balbuena (1980) en la estación el Irel en Venezuela donde se plantó en asocio con Cassia siamea.

* Los sitios evaluados presentan los incrementos en altura y diámetro más altos obtenidos en Costa Rica para la especie. Son superiores a los resultados obtenidos en los sitios evaluados por Martínez (1981) y no considerados en este trabajo y superiores a los sitios evaluados por Camacho (1980) tampoco considerados en esta investigación. Estas parcelas no fueron incluidas en el estudio debido a que algunas se quemaron o no presentaron los requisitos mínimos de tamaño.

Los coeficientes de las regresiones de pendiente común e intercepto común encontrados están de acuerdo con lo que indica la literatura (Alder, 1980). Según este autor el coeficiente b de la pendiente común debe ser negativo (-5,29 en el modelo realizado) y el parámetro "a" se hallará entre 2 y 7 (6,1245 en el modelo calculado), para la mayor parte de las especies los valores apropiados de k varían entre 0,2 y 2 (0,199 en el modelo para pochote).

* El sitio de menor crecimiento se encontró en La Gloria de Puriscal. A edades superiores la plantación de Juanilama de Esparza también presentó escaso crecimiento. Es de notar que, en general, para todas las parcelas, conforme aumenta la edad la tasa de crecimiento en altura disminuye y el índice de sitio toma valores menores. Esto se explica en parte debido a la disminución del crecimiento en altura del pochote que se caracteriza por tener diámetros gruesos en razón de su altura.

Se calcularon seis curvas de índice de sitio para cada uno de los modelos (intercepto común y pendiente común) a las edades base de 8 y 10 años con un intervalo de 2 m entre curvas. La obtención del intervalo se hizo mediante la diferencia entre la máxima y la mínima alturas mayores

observadas. Otros autores utilizaron para otras especies tropicales intervalos entre 2 y 4 m para edades base entre los seis y los 20 años: Hurtado y Jeréz (1975), Ortega (1986), Tschinkel (1972), Tobar citado por Vincent (1978) y Vincent que utilizó intervalos variables entre clases en plantaciones seis años. La utilización de un intervalo mayor se justifica por el hábito de crecimiento, el cual si es muy lento dificulta la diferenciación de las calidades de sitio entre las parcelas. También el intervalo entre curvas puede disminuir para especies de crecimiento rápido y viceversa.

Los coeficientes de correlación encontrados entre las variables ambientales y el índice de sitio para este estudio concuerdan con los informados en la literatura en estudios similares. Covell y Mc Clurkin (1967) observaron que ecuaciones para estimar el índice de sitio con base en factores del medio ambiente, raras veces explican más que 50 o 60 % de la variación en el índice de sitio. Tschinkel (1972) propone una ecuación basada en factores fisiográficos que explica el 72 % de la variación la cual es relativamente precisa, probablemente debido al limitado universo en el cual se realizaron. Los sitios evaluados por Tschinkel incluyeron las tierras de las municipalidades de Guarne, Rionegro, La Ceja y el Retiro, un área aproximada de 800 km². En el presente estudio la ecuación que mostró la mejor correlación explica el 98 % de la variación del índice de sitio. La ecuación obtenida por Tschinkel es muy práctica ya que solo incluye la pendiente en grados y la concavidad topográfica lo que la hace muy aplicable en el campo. De la misma manera se realizó en este estudio un modelo simplificado que solo incluye la pendiente, la precipitación media anual y el número de meses con precipitación entre 30 y 100 mm, pero este modelo solo explica el 50 % de la variabilidad del índice de sitio para pochote.

Fassbender y Tschinkel (1974) en un estudio sobre la relación entre el crecimiento de plantaciones de Cupressus lusitanica y las propiedades de los suelos derivados de cenizas volcánicas en Colombia indican que la variable química que dió la mejor correlación fue el fosfato de aluminio la cual explicó el 40 % de la variación del índice de sitio ($R^2 = 0,40$). De la misma manera, en el presente estudio sobre pochote, la mejor

correlación obtenida (contenido de arcilla) explica el 70 % de la variación en el índice de sitio.

Las variables como el relieve, la fisiografía, la vegetación en el sotobosque, el aspecto de la pendiente, la posición de la parcela en el escarpe (eluvial, coluvial, aluvial), la fertilidad aparente, el material parental, el nivel freático y la erosión no se introdujeron como variables dentro de la regresión por presentar poca variabilidad. El relieve, por ejemplo es plano u ondulado en la mayoría de los casos. La pedregosidad es un factor limitante solo en un lugar. La fisiografía es plana en la mayoría de los casos: sitios 104, 105, 106, 303, 304 y 480. La posición en el escarpe solo es diferente en los sitios 483 y 511 en los que la parcela se encuentra en la cima de la pendiente o en la llamada zona de eluviación, en los demás sitios se encuentra en la zona aluvial o de acumulación de materiales arrastrados por las fuerzas erosivas.

El nivel freático solo es poco profundo en el sitio 104 y en el sitio 618 en los demás sitios no se pudo determinar su profundidad ya que se encontraba a más de 1m.

A. Jadán (1972) encontró, en Turrialba, Costa Rica, que el porcentaje de arcilla y arena, predicen la calidad de sitio para Eucalyptus deglupta. El efecto total del porcentaje de arena fue de 52 % en forma negativa, de tal manera que al aumentar el porcentaje de arena disminuye el índice de sitio. Estas diferencias con los coeficientes de correlación entre los porcentajes de arena y arcilla y el índice de sitio para pochote en el presente estudio, se pueden deber además de las exigencias particulares de cada especie al ámbito del estudio del trabajo de Jadán que se circunscribe a la zona de Turrialba donde el origen de los suelos es en la mayoría volcánico, con arcillas y arenas de características particulares, generalmente alófanas. En el presente estudio se incluyen sitios que se encuentran en condiciones geográficas diferentes y cuyos suelos se originaron de materiales parentales diferentes. Las arcillas contenidas en estas parcelas correlacionaron negativamente con el índice de sitio. En el sitio 618 ubicado en

Turrialba los contenidos de arcilla no son muy altos y existe una alta pedregosidad que le permite a las raíces tener una buena aireación. Bolstad indica que en Zambrano, Colombia el crecimiento del pochote disminuye en suelos arcillosos esto concuerda con los resultados obtenidos en este estudio.

Alfaro (1983) para Cupressus lusitanica encontró que el logaritmo del porcentaje de limo (a 25 cm de profundidad) correlacionó en forma negativa con el índice de sitio ($r = -0,436$) y el porcentaje de arcilla correlacionó en forma positiva con el índice de sitio ($r = 0,405$) (a 25 cm de profundidad) los dos coeficientes fueron significativos al 5 %. Los resultados de Alfaro se interpretan en el sentido de que conforme aumenta el contenido de arcilla en el suelo la calidad de sitio será mejor. Estas correlaciones contrastan con las obtenidas en este trabajo en que el contenido de arcilla correlacionó negativamente con el índice de sitio ($r = 0,7092$) y el contenido de arena correlacionó positivamente con el índice de sitio. Esto puede ser debido al origen de las arcillas ya que en los suelos evaluados por Alfaro las arcillas son en su mayoría alófanas derivadas de cenizas volcánicas mientras que las arcillas evaluadas en este trabajo son en la mayoría montmorilloníticas y caolíníticas; además los porcentajes de arcilla obtenidos por Alfaro oscilaron entre 9 y 65 %, mientras que los porcentajes de arcilla en las parcelas de pochote evaluadas fueron más altos (desde 25 hasta 75 %). Otro aspecto importante podría ser las diferencias en requerimientos texturales entre las dos especies (Ciprés y pochote).

Ortega (1986) obtuvo, para Pinus caribaea var. hondurensis en Pavones Turrialba, asociación de media a baja de la altura mayor con la densidad de partículas, ($r = 0,26$), la profundidad efectiva ($r = 0,23$), el contenido de cobre ($r = 0,3$), y el contenido de sodio ($r = 0,37$). La altitud y la pendiente correlacionaron positivamente con el índice de sitio, debido a que la zona se caracteriza por una precipitación alta durante el año, con un mes seco. Por tanto la pendiente y la altitud determinan condiciones de buen drenaje para el P. caribaea, especie muy susceptible al mal drenaje.

La variable química del horizonte superficial que mejor correlacionó fue el pH medido en agua ($r = 0,5851$ significativo al 0,001 %). Este coeficiente de correlación positivo indica que en los sitios estudiados conforme aumenta el pH el índice de sitio también aumenta, es decir la especie crece mejor en suelos ligeramente ácidos dentro de ciertos límites. En suelos muy ácidos, como es el caso del sitio 511 de la Gloria de Puriscal, disminuye el crecimiento. El pH en agua para el horizonte B presentó un coeficiente de correlación ($r = 0,5792$) significativo al 0,0001 % similar al coeficiente obtenido para el horizonte A. Los sitios que presentaron los pH más bajos para el horizonte B fueron la Gloria de Puriscal (4,71) y Hda. La Granja (5,2). El pH medido en agua es una variable que debe tomarse en cuenta como influyente en el crecimiento de la altura dominante.

El contenido de materia orgánica correlacionó en forma negativa ($r = -0,3344$), aunque no fue significativo al 5 %. Merece ser discutido por el hecho de que generalmente la materia orgánica se considera un factor benéfico en las propiedades físicas y químicas de los suelos.

Alfaro (1983) encontró un coeficiente de correlación negativo entre el contenido de materia orgánica y el índice de sitio ($r = -0,2$ y $r = -0,24$) a los 25 y 50 cm de profundidad respectivamente, lo cual indica que conforme decrece el contenido de materia orgánica, el índice de sitio aumenta. Alfaro explica esta correlación en el sentido de que al existir altos contenidos de materia orgánica, elevada relación C/N y pH ácido, el proceso de mineralización se ve reducido.

Fassbender y Tschinkel (1974) encontraron un modelo para pronosticar la calidad de sitio para el Cupressus lusitanica. Como medida de la calidad de sitio se utilizó el índice de sitio (S) el cual se definió como la altura en metros que los árboles dominantes alcanzan a los 15 años de edad. El modelo se basa en la pendiente en grados (P) y la convexidad o concavidad topográfica (C). Estas variables explicaron en un 72 por ciento la variabilidad total del índice de sitio, es importante hacer notar, que aunque las variables no influyen directamente en el crecimiento, llevan muchos factores causales con ellos, lo cual es

semejante con la ecuación obtenida para pochote en el modelo dos simplificado de este estudio.

La correlación negativa del índice de sitio con el contenido de arcilla, la pendiente, el número de meses muy secos (precipitación < de 30 mm), y positiva con el contenido de arena y el número de meses secos (precipitaciones entre 30 y 100 mm) indica que uno de los factores limitantes en el crecimiento del pochote está relacionado con la disponibilidad de agua, esto porque la disponibilidad de agua es mejor en sitios de baja pendiente, de texturas francas, pocos meses de sequía no muy intensa y precipitación en suficiente cantidad.

Los modelos pueden ser utilizados indistintamente dependiendo del grado de exactitud requerida y dentro de los ámbitos latitudinales, longitudinales y altitudinales estudiados todo depende del nivel de información que se disponga al tratar de evaluar la calidad de sitio antes de plantar con el fin de evitar aquellos sitios de muy baja productividad.

6. CONCLUSIONES

Existe correlación significativa al 0,01 % ($r = -0,70$) entre el contenido en porcentaje de arcilla para el horizonte A (o en su defecto el superficial) y el horizonte B o subsuperficial con el índice de sitio para pochote. Esto indica que la arcilla influye en forma negativa en el crecimiento de la especie por lo que no se debe plantar pochote en suelos muy arcillosos. Sin embargo se encontró que los sitios con arcillas 2:1 montmorilloníticas (480 y 512) presentaron un buen crecimiento por lo que se puede concluir preliminarmente que las arcillas 2:1 no son un factor limitante para el desarrollo de la especie. Estos sitios poseen pendientes bajas, que impide un exceso de escorrentía del agua de lluvia y la hace disponible para las plantas.

Se encontró una correlación significativa al 0,01 % entre el contenido en porcentaje de arena para el horizonte A y B con el índice de sitio ($r = 0,6176$), esto muestra que los contenidos de arena encontrados son favorables para el crecimiento de la especie.

No debe esperarse un alto rendimiento del pochote plantado en zonas con un período seco (< 30 mm por mes) mayor de 4 meses, pendientes fuertes superiores al 30 % y con altos contenidos de arcilla (>60 %).

Se obtuvo cuatro modelos de regresión con seis curvas de índice de sitio para las edades base de ocho y 10 años con las parcelas de pochote (*B. quinatum*) las cuales son de uso restringido para lugares con condiciones similares de latitud y longitud.

El pH (medido en agua) presentó correlación significativa con el índice de sitio al nivel del 0,01 indicando que conforme aumenta el pH el índice de sitio aumenta dentro de los rangos encontrados.

Las variables climáticas que presentaron correlación significativa al 1 % con el índice de sitio fueron el número de meses muy secos (<30 mm de precipitación) ($r =$, el número de meses secos (precipitación entre 30 y 100 mm) y la precipitación media anual. Estas correlaciones unidas a

las correlaciones negativas del índice de sitio con la pendiente ($r = -0,5564$) y el contenido de arcilla ($r = -0,7092$) nos indican que los factores que limitan el crecimiento en los sitios estudiados están relacionados con la disponibilidad de agua en el suelo.

Los modelos de regresión múltiple escogidos para pronosticar el índice de sitio para pochote presentan un coeficiente de determinación $r^2 = 0,9290$ y $r^2 = 0,9853$, es decir explican el 93 % y el 99 % de la variabilidad del índice de sitio para pochote. Los modelos simplificados solo explican como máximo un 60 % de la variabilidad del índice de sitio pero son muy sencillos y presentan una ventaja práctica para la determinación de la calidad de sitio antes de plantar.

La altura de forma para la determinación del volumen se presenta como una opción satisfactoria para la determinación del volumen en plantaciones de pochote.

Se realizó dos análisis financieros para la plantación de Juanilama de Esparza (Clase de sitio VI) los análisis mostraron que el modelo mejorado en base a técnicas actuales de plantación es desde el punto de vista financiero más rentable y menos sensible a descensos en los rubros de costos o ingresos que el modelo real.

7. RECOMENDACIONES

En este estudio se han calculado las primeras curvas de índice de sitio para pochote en Costa Rica y los primeros modelos de regresión a través de los factores climáticos y edáficos y su relación con el índice de sitio. Se recomienda la continuación del proyecto de medición e instalación de parcelas permanentes para tener una mayor cantidad de sitios y mediciones que ayuden a mejorar la información y la exactitud de las curvas y los ajustes.

Se recomienda no realizar plantaciones para producción de madera de aserrió en zonas muy secas y con pendientes mayores al 40% debido al poco rendimiento de la especie en estos sitios.

Se recomienda la instalación de parcelas de pochote plantadas con estacas (postes vivos) con el fin de comparar los crecimientos y rendimientos de estas con las parcelas plantadas en forma de pseudoestaca.

Es necesario realizar estudios de duraminización de la madera de pochote en zonas húmedas y en zonas secas con el fin de observar las diferencias entre los porcentajes de albura y duramen entre los árboles de las dos diferentes zonas y su correlación con la época seca. Esto responderá a la duda existente sobre la calidad de la madera de pochote plantado en zonas húmedas.

En las plantaciones pueden existir variaciones en las propiedades químicas y físicas por la influencia de la especie plantada sobre el suelo, estas influencias pueden ser debidas al aporte de materia orgánica, mejora de la estructura del suelo, etc. Se recomienda la realización de estudios que determinen si el pochote influye sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos, de esta manera se podrá comparar entre parcelas de diferentes edades obviando el problema de que las condiciones iniciales del sitio hayan sido diferentes. De esta manera se podrá predecir la calidad del sitio en donde no existan plantaciones de la especie.

El pochote (Bombacopsis quinatum) esta tomando auge para la realización de plantaciones en varios países, se recomienda el establecer contactos con otros países para el intercambio de de información y la realización de estudios combinados que ayuden a aumentar los conocimientos aún incipientes de la especie

Se recomienda la realización de análisis foliares en plantaciones de la especie, con el fin de ahondar sobre los requerimientos fisiológicos de la especie y poder aclarar muchas de las correlaciones encontradas con los factores edáficos

BIBLIOGRAFIA

1. ALDER, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Vol 2. Predicción del rendimiento. FAO Forestry Paper no. 22/2. 195 p.
2. ALFARO, M. 1983. Relación entre factores edáficos e índice de sitio para Cupressus lusitanica (Mill) en el Valle Central, Costa Rica. Tesis Lic. For. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 132 p.
3. ARAYA, MARCO. 1983 Propagación vegetativa de Bombacopsis quinatum(Jacq) Dugand (Pochote), con miras al establecimiento directo de un jardín semillero . Tesis Lic. For. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional Autónoma. 87 p.
4. AUBREVILLE, A. M. 1965. Conferencias sobre ecología forestal tropical. Turrialba, C.R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 74 p.
5. BALBUENA, C. 1980. Evaluación de las plantaciones de la Unidad II de la Reserva Forestal de Ticoporo en los llanos Occidentales de Venezuela. Tesis Mag. Sc. Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes. 127 p.
6. BAILEY, R.L. ; CLUTTER, J.L. 1974. Base-Age invariant polymorphic site curves. Forest Science 20: 155-159.
7. BALAGUER, T. ; OGAYA, N. 1980. Tablas de volumen para Pino Caribe CVG, Venezuela.
8. BELLO, C. et al. 1978. Ejecución del inventario forestal de la finca Llanos del Cortez, Bagaces, Guanacaste. Tesis Ing. For. Cartago, C.R., Instituto Tecnológico de Costa Rica. s.p.
9. BOZA, M. 1966. Estudio sobre la viabilidad de seis especies forestales del bosque húmedo tropical. Tesis Ing. Agr. San José, C.R., Universidad de Costa Rica. 102 p.
10. BRICENO, A. ; RAMIREZ, S. 1978. Arsenura armida: una plaga potencial del Saqui-saqui (Bombacopsis quinatum). Revista Forestal Venezolana (Ven). no. 26: 127-132.
11. BRUCE, D. ; SCHUMACHER, F. 1950. Forest mensuration. New York, Mc Graw Hill.
12. BURLEY, J. ; WOOD, P. J. 1979. Manual sobre investigaciones de especies y procedencias con referencia especial a los trópicos. Trad. del Inglés por Jacqueline M. Benson. Commonwealth Forestry Institute. Tropical Forestry Papers no. 10 & 10a. 297 p.

13. CAMACHO, P. 1981. Ensayos de adaptabilidad y rendimiento de especies forestales en Costa Rica. San José, C.R., MAG/ITCR. 286 p.
14. CAMINO, R. DE ; BALAGUER, T. 1985. La altura de forma para la determinación del volumen en plantaciones de Pino Caribe. 15 p. (sin publicar).
15. CARMEAN, W. 1975. Forest site evaluation in the United States. *Advances in Agronomy* 27:209-269.
16. CHAVEZ, E.; VASQUEZ, A. 1985. Ensayos de aclareo y rendimiento en Bombacopsis quinatum (Jacq) Dugand en la zona de Guanacaste, Costa Rica. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional, Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Escuela de Ciencias Ambientales. 23 p.
17. CELLIER, K.M. 1979. Single tree plots in forest research. *Australian Forest Research (Australia)* 9(2): 77-89.
18. CLUTTER, J. L.; FORTSON, J. C.; PIENAAR, L. V.; BRISTER, G. H.; BAILEY, R. L. 1983. Timber management a quantitative approach. New York, Wiley. 333p
19. COILE T., S. 1935. Relación of site index for shortleaf Pine to certain physical properties of the soil. *Journal of Forestry (EE.UU)* 33(8):726-730.
20. CORPORACION HONDUREÑA DE DESARROLLO FORESTAL, TEGUCIGALPA. 1975. Manual del establecimiento y análisis de parcelas permanentes de rendimiento. Tegucigalpa, Honduras, PNUD/FAO. 54 p.
21. COSTA RICA. OFIPLAN. 1981. Proyecto de planificación integral de las fincas de los Colegios Agropecuarios de Costa Rica. Colegio Técnico Profesional Agropecuario de Puriscal. San José, C.R., MEP/OFIPLAN/IICA. 223 p.
22. COVELL, R. ; Mc CLURKIN, D. 1964. Site index of loblolly pine on Ruston soils in the southern Coastal Plain. *Journal of Forestry (EE.UU)* 65:263-264.
23. CURTIS, R.O. 1964. A steam analysis approach to site index curves. *Forest Science (EE.UU)* 10(2): 241-256.
24. DEER, J. 1980. Cöevolution of the life history of a tropical seed-feeding insect and its food plants. *Ecology (EE.UU.)* 61(4):
25. DECOURT, N. 1973. Protocole d'installation et de mesure des placettes de producción semi-permanentes. Francia, Centre National de Researches Forestières. 25 p.

26. FASSBENDER, H. W. ; TSCHINKEL, H. 1974. Relación entre el crecimiento de plantaciones de Cupressus lusitanica y las propiedades de los suelos derivadas de cenizas volcánicas en Colombia. Turrialba (C.R.). 24(2):141-149.
27. FINOL, V. H. 1964. Estudio silvicultural de algunas especies comerciales en el bosque universitario "El Caimital", estado Barinas. Revista Forestal Venezolana, (Ven) 7(10/11):17-63.
28. FLORES, J. 1984. Diagnóstico del sector industrial forestal y alternativas de solución. San José, C.R. Dirección General Forestal. 150 p.
29. FORD-ROBERTSON, F. C. (Ed.). 1971. Terminology of forest science, technology practice and products. Society of American Foresters (Washington). 26 p.
30. HAGGLUND, B. 1891. Evaluation of forest site productivity. Forestry Abstracts (G.B.) 42(11):515-527.
31. HOLDRIDGE, L. R. 1970. Inventariación y demostraciones forestales Panamá: Manual dendrológico para 1000 especies arbóreas en la República de Panamá. Panamá, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 325 p.
32. HOLDRIDGE, L. R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. Trad. del inglés por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica. IICA. Libros y Materiales Educativos no. 34. 216 p.
33. HOLDRIDGE, L. R.; GRENKE, W. C.; HATHEWAY, W. H. ; LIANG, T.; TOSI Jr., J. A. 1971. Forest environments in tropical life zones: a pilot study. Oxford, Pergamon Press. 747 p.
34. HOLDRIDGE, L.R.; POVEDA, A.L. 1975. Árboles de Costa Rica. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical. 546 p.
35. HUECK, K.; LAMPRECHT, R. 1959. Estudios morfológicos y ecológicos y el desarrollo en la primera juventud. Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación, Mérida, Venezuela. Boletín no. 3. p. 1-21.
36. HURTADO, G. ; JEREZ, L. 1975. Índice de sitio, rendimiento y algunos aspectos económicos del Eucalyptus globulus en la sabana de Bogotá. Tesis Ing. For. Bogotá, Col., Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 63p.
37. JADAN PERALTA, S.V. 1972. Sistema de clasificación de índices de sitios para Eucalyptus deglupta Bl. en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 98 p.
38. JANZEN, D. 1983. Costa Rican natural history. Chicago, University of Chicago Press. 816 p.

39. JOHN, H. H.; TSHINKEL, H. 1971. Parcelas forestales permanentes: su establecimiento, medición y análisis. Medellín, Col., Universidad Nacional, Centro de Publicaciones. 190 p.
40. JONES, R. 1969. Review and comparison of site evaluations methods. USDA Forest Service. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Research Paper RM-51. 27 p.
41. KRAMER, H.; AKCA, A. 1982. Leitaden für dendrometrie und bestandesinventor. Frankfurt, J.D. Sauerlanders Verlag. s.p.
42. _____; BJERG, N. 1976. Anleitung zur dendrometrie. Gottingen, Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde.
43. LAER, W. VON. 1936. Massenberechnungstafeln für holzvorratsaufnahmen. Frankfurt, J.D. Sauerlanders Verlag .
44. LAER, W. VON ; SPIEKER, M. 1951. Massenberechnungstafeln zur ermittlung von vorrat und zuwachs von waldbestande. Frankfurt, J. D. Sauerlander's Verlag. s.p.
45. MARTINEZ, H. 1981. Evaluación de ensayos de especies de forestales en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 74 p.
46. MELCHIOR, G. 1965. Propagación agámica del Saqui-saqui (Bombacopsis quinatum) por injertos (Trad. del alemán) Silvae Genetica (Alemania) 15(5): 3-9.
47. MEYER, A. 1953. Forest Mensuration. Pennsylvania, Penns Valley Publishers.
48. MORALES, R ; WHITMORE, J.L. 1975. Apuntes ecológicos y silviculturales sobre Bombacopsis quinatum (Jacq.) Dugand: una revisión bibliográfica. s.l., s.c. 17 p.
49. NAVARRO, C.; REICHE, C. 1985. Análisis financiero de una plantación de Gliciridia sepium en Guanacaste, Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. 20 p
50. NAVARRO, C.; PICADO, W.; SANCHEZ, L. 1979. Informe de instalación e investigación de parcelas dinámicas en un bosque natural en la zona de Nosara, Guanacaste. Tesis Ing. Téc. For. Cartago, C.R., Instituto Tecnológico de Costa Rica. 110 p.
51. NAVARRO, C.; RODRIGUEZ, E. 1984. Costos de producción de plantas en vivero. Turrialba, C.R., CATIE. 21 p.
52. ORANTES, F.; MUSALEM, M. 1982. Determinación de calidad de estación de Pinus hartwegii Lindl in Zoquiapán, México. Ciencia Forestal (México) 35(7):3-20.

53. ORTEGA, H. 1986. Factores edáficos y topográficos que determinan la calidad de sitio en plantaciones jóvenes de Pinus caribaea var. hondurensis en Pavones, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C.R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 108p.
54. PARDE, J. 1961. Dendrometrié. Nancy, Editions de l'ecole national des eau et forets.
55. PIMENTEL, NELL. 1982. Determinación de la productividad actual y comparación del comportamiento de las especies establecidas en plantación bajo el método Caparo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, Barinas, Venezuela. Tesis Mag. Sc. Mérida, Ven., Universidad de los Andes. 60 p.
56. PRADO, J.A. 1980. Metodología para la instalación y análisis de ensayos de introducción de especies forestales. Santiago, Chile, Corporación Nacional Forestal. 67 p.
57. PROGAN, M. 1951. Messung der Waldbestande. Frankfurt, J.D. Sauerlander's Verlag. s. p.
58. QUIJADA, R.M. 1980. Floración, producción de semilla y polinización en Bombacopsis quinatum en Venezuela. In FAO Mejora genética de árboles forestales. FAO. Montes no. 20. p. 288-290.
59. _____. 1981. Análisis cuantitativo comparativo de jardines clonales balanceados y no balanceados de Saqui-saqui (Bombacopsis quinatum) (Jacq) Dugand. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 95 p.
60. _____; TORRES, G. 1973. Resultados preliminares de la variación de hábitos de floración y fructificación de clones de Saqui-saqui (Bombacopsis quinata) (Jacq) Dugand. Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 95 p.
61. REINEKE, L. H. 1933. Perfecting a stand-density index for even-aged forests. Journal of Agricultural Research. 46(7):627-637.
62. ROWE, S. 1953. Forest site discussion. Forestry Chronicle (Can.). 29(3): 278-289.
63. SALDARRIAGA, J. 1979. Estudio del sistema radicular de cuatro especies plantadas en la selva decidua de Banco de la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela. Tesis Mag. Sc. Mérida, Ven., Universidad de los Andes. 119 p.
64. SANCHEZ, P. 1981. Suelos del trópico; características y manejo. San José, Costa Rica, IICA. 660 p.
65. SCHUMACHER, F. X. 1939. A new growth curve and its application to timber yield studies. Journal of Forestry (EE.UU.)37:819-820.

66. SHUGART, H.H. ; WEST, D.C. 1979. Size and pattern of simulated forest stands. *Forest Science (EE.UU)*. 25(1): 120-122.
67. SILVA SALAZAR, R. 1971. Metodología para la investigación en parcelas permanentes de aclareo y rendimiento en plantaciones forestales. *Boletín del Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación, Venezuela*. no.38:59-89.
68. SYNNOTT, T.J. 1979. A manual of permanent plot procedures for tropical rainforests. Commonwealth Forestry Institute. *Tropical Forestry Paper*. no.14. 67 p.
69. TISDALE, L. ; NELSON, L. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, Montaner y Simón. 760 p.
70. TSCHINKEL, H. M. 1972. Growth, site factors and nutritional status of Cupressus lusitanica plantations in the highlands of Colombia. *Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs Geowissenschaften. Hamburg. Universität . Hamburg*. 167 p.
71. TORRES L., A. ; OGAYA, M. N. ; QUINTERO, A. 1976. Metodología de establecimiento y evaluación de parcelas permanentes de rendimiento en plantaciones forestales. II Seminario Nacional de Plantaciones Forestales. Mérida, (Ven). 45p.
72. TUK, J. 1975. Investigación para la sustitución del Pochote (Bombacopsis quinatum) en la fabricación de encofrados. Turrialba, C.R., CATIE, Laboratorio de productos forestales. 18 p.
73. USDA. 1975. Soil taxonomy; a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Department of Agriculture. Handbook no. 436. 754 p.
74. VAN, P. 1977. Estudios básicos de la cuenca superior del río Nosara, Hojancha, Guanacaste. San José, C.R., FAO/PNUD. s.p.
75. VINCENT, L. W. 1970. Plantaciones de Pinus caribaea var. hondurensis en Surinam con referencia especial a la calidad de sitio. *Revista Forestal Venezolana (Ven)* 13 (19-20): 27 - 59.
76. VINCENT, L. 1978. Site classification for young caribbean pine Pinus caribaea var. hondurensis) in grasslands of Venezuela). *Tesis Ph. D. Knoxville, Tennessee*, 149 p.
77. VIVES, L. 1977. Tabulación de los datos climáticos para uso agrícola. San José, Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. s. p.
78. VOORHOEVE, A.G. ; SCHULZ, J.P. 1968. La necesidad de parcelas permanentes de clareo y rendimiento en plantaciones forestales. Instituto Latinoamericano de Investigación y Capacitación. (Ven.) no 27/28:3-17.

79. WALTER, H. 1977. Vegetation of the Earth. In relation to climate and the eco-physiological conditions. New York, Heidelberg Science Library. 237 p.
80. ZOBEL, B. 1958. Seed orchards their concept and management. Journal of Forestry (EE.UU.) 56(11):815-825.
81. ZOTTLE, H. 1980. Algunos aspectos nutricionales de las plantaciones forestales en Colombia. Bogotá, Colombia, Proyecto de Investigaciones y Desarrollo Industrial Forestal. 45 p. (PIF No. 27.).
82. ZOTTLE, H. W.; TSCHINKEL, H.M. 1971. Nutrición y fertilización forestal, una guía práctica. Medellín, Universidad Nacional de Colombia. 116p.

Cuadro 1A. Incremento medio anual en diámetro (id) en mm, altura (ih) en dm y área basal (ig) en m²/ha para catorce parcelas permanentes de Pochote. Costa Rica. 1986.

Sitio	Edad	id	ih	ig	n	N	dg	S%	IDR	Hm
Area	años									
104	3,3	28	17	4,482	57	1759	103	30	343	79
324	4,4	26	15	3,615	43	1327	107	32	378	85
	5,3	24	14	3,722	43	1327	119	27	451	102
	6,5	21	15	3,388	43	1327	126	22	498	120
	7,6	18	15	3,063	43	1327	130	21	516	130
	8,7	17	11	3,116	43	1327	140	21	591	130
	10,2	15	11	2,792	43	1327	143	19	610	141
105	2,3	14	9	1,131	77	2376	39	60	85	34
324	4	18	9	2,711	77	2376	79	40	300	52
	5,2	19	12	3,813	76	2346	107	27	491	77
	5,6	18	11	3,724	75	2315	110	26	512	78
	6,6	18	11	4,187	73	2253	127	22	413	94
	7,6	19	12	3,219	45	1389	119	21	579	110
	8,8	17	11	2,979	45	1389	123	24	612	112
	10	16	10	2,946	44	1358	131	21	665	130
	11,4	15	9	3,053	44	1358	142	18	770	154
106	3,7	23	21	6,073	78	2407	97	22	421	92
324	4,1	24	19	4,901	78	2407	103	21	504	96
	6,1	23	17	3,674	42	1296	109	22	528	125
	9,7	18	16	3,068	37	1142	125	17	642	173
303	1,3	19	27	0,605	63	1944	28	63	76	36
324	3,2	29	17	4,681	63	1944	121	29	379	78
	4,1	27	17	5,268	63	1944	146	24	509	94
	4,7	26	15	5,374	63	1944	158	24	587	94
	6	23	19	5,446	62	1913	179	16	726	147
	7,3	30	20	9,057	54	1667	255	14	1346	170
	9,3	23	14	3,362	26	802	175	23	623	151
	10,3	24	17	4,20	26	802	206	18	829	197
304	1,3	45	27	5,937	81	2500	63	38	224	52
324	3,0	36	21	7,943	81	2500	110	28	615	72
	4,1	30	23	7,733	81	2500	127	15	775	133
	4,8	27	19	7,239	81	2500	133	15	828	133
	6,0	23	19	6,521	80	2469	141	15	915	143
	7,3	20	19	6,310	78	2407	153	14	1037	167
	8,0	18	17	5,501	78	2407	149	12	991	173
	10,3	19	16	3,579	37	1141	137	12	786	187

Cuadro 1A. Continuación

Sitio Area	Edad años	id	ih	ig	n	N	dg	S%	IDR	Hm
479	22	13	7	0,941	32	320	308	34	434	179
1000	23	12	7	1,03	32	320	329	28	403	199
	23,6	12	6	1,062	32	320	339	29	424	192
	24,2	12	6	0,992	32	320	332	28	417	200
	26,5	11	5	1,066	32	320	359	29	463	190
480	7,3	25	17	3,352	38	868	190	25	534	137
438										
481	0,1	41		0,744	76	2376	9			7
324	1,8	11	11	0,582	75	2314	24	29	37	32
	4,6	22	16	4,197	67	2067	102	23	478	96
	5,0	24	16	3,440	46	1420	97	27	434	97
	5,7	23	16	3,579	46	1420	105	26	501	103
	6,02	24	18	4,021	46	1420	114	22	571	123
483	2,6	14	11	0,400	48	889	39	84	36	40
540	4,3	22	11	1,298	37	685	38	57	143	67
484	4,3	15	8	0,84	36	816	75	55	93	56
441										
485	1,5	13	10	0,08	46	1043	23		15	27
441	3,2	24	12	1,695	46	1043	90	55	149	56
511	4,3	4	8	1,636	55	1698	73	37	174	66
324	5,5	12	7	1,485	55	1698	78	32	202	75
	6,0	12	7	1,547	55	1698	83	30	212	80
	7,1	11	7	1,593	55	1698	92	28	269	87
	9,0	8	6	1,104	54	1667	86	33	248	75
	10,0	8	6	1,238	54	1667	96	23	280	105
	10,8	9	6	1,457	50	1543	108	24	362	105
	11,5	11	7	1,328	33	1019	107	26	351	120
512	0,1	14	16		68	2098	37		79	
324	2,2	31	20	3,089	54	1666	64	42	189	58
	3,0	24	16	1,336	51	1574	49	34	206	75
	3,6	35	17	3,351	51	1574	85	34	521	75
	4,3	30	18	5,225	51	1574	116	26	521	97
618	13,0	19	12		29	386		33	397	152
750	16,0	19	12		29	386		27	567	187
	40,0	12	6	1,2	18	240	523	20	738	320

Cuadro 2A. Incrementos totales y coeficientes de variación (C.V.) para las variables diámetro (d) en mm, altura total en dm y área basal en m²/ha para las 14 parcelas evaluadas.

Sitio	Fecha de medición	Edad años	d	h	g	Vol m ³ /ha	C.V d	C.V. h	Altura Forma
104	20-02-80	3,3	94	58	14,79	61,03	46	30	4,12
	16-03-81	4,4	118	66	15,91	66,41	30	13	4,17
	18-02-82	5,3	131	77	19,73	97,18	30	15	4,92
	11-04-83	6,5	139	100	22,02	137,92	30	11	6,26
	07-06-84	7,6	142	114	23,28	166,02	33	10	7,13
	02-07-85	8,7	154	98	27,11	168,98	31	11	6,23
	11-12-86	10,2	157	117	28,48	207,36	32	13	7,29
105	17-11-77	2,3	34	22	2,60	4,3	53	27	2,63
	21-06-79	4	73	39	10,84	28,6	38	24	2,64
	11-10-80	5,2	98	62	19,83	78,2	32	16	3,94
	12-03-81	5,6	103	63	20,86	81,4	29	14	3,9
	24-02-82	6,6	121	77	27,64	129,3	23	12	4,67
	17-03-83	7,3	148	96	24,47	139,8	15	17	5,71
	02-05-84	8,8	153	101	26,21	161,8	16	7	6,17
	10-07-85	10	163	110	29,46	198,3	21	9	6,73
11-12-86	11,4	178	132	34,81	277,4	17	10	7,97	
106	11-10-80	3,7	88	80		88	30	16	
	14-03-81	4,1	98	80	20,09	101	31	15	5,02
	16-03-83	6,1	146	105	22,41	146	19	24	6,51
	03-10-86	9,7	177	158	29,76	285	24	7	9,58
303	19-10-77	1,3	26	36			38	143	
	05-09-79	3,2	94	56	14,98	58,4	38	30	3,89
	31-08-80	4,1	112	72	21,60	103	35	26	4,76
	30-03-81	4,7	122	74	25,25	120	33	20	4,75
	07-06-82	6,0	140	116	32,68	248	33	22	7,59
	21-10-83	7,3	220	146	---	591	21	11	
	06-10-85	9,3	215	132	31,27	248	28	6	7,93
20-10-86	10,3	255	182	43,27	482	24	6	11,14	
304	20-10-77	1,3	59	36	7,72	17,6	35	16	
	24-05-79	3	108	63	23,83	91,9	19	10	3,85
	29-08-80	4,1	124	96	31,70	187,4	23	14	5,91
	03-04-81	4,8	129	93	34,75	197,6	23	14	5,69
	05-06-82	6	138	118	39,12	285	24	16	7,29
	19-10-83	7,3	151	146	46,06	417	26	14	9,05
	22-05-84	8	147	137	44,01	393	27	21	8,92
21-10-86	10,3	200	172	36,84	386	18	7	10,47	
479	08-04-82	22	300	161	20,71	193,3	23	11	9,33
	07-02-83	23	287	174	23,71	243	28	15	10,24
	01-11-83	23,6	296	160	25,07	234	27	14	9,33
	12-07-84	24,2	293	162	24,01	228	28	11	9,49

Cuadro 2A Continuación

Sitio	Fecha de medición	Edad años	d	h	g	Vol m ³ /ha	C.V d	C.V. h	Altura Forma
	23-10-86	26,5	312	158	28,26	262,7	29	12	9,29
480	21-11-86	7,3	187	128	24,47	189	16	4	7,72
481	20-11-80	0,1	8	4	0,15		38	32	
	15-07-82	1,8	21	21	1,05	1,6	50	22	
	17-05-85	4,6	104	76	19,31	91,3	29	15	
	11-10-85	5,0	123	84	17,20	87,7	16	8	
	10-06-86	5,7	134	93	20,40	115	11	10	
	23-10-86	6,0	145	111	24,13	163	15	7	
483	23-03-85	2,6	37	29	1,04	2,0	27	22	
	22-11-86	4,3	98	51	5,58	19	28	21	
484	22-11-86	4,3	68	38	3,63	9,8	46	25	
485	25-02-85	1,5	20	16	0,36		50	40	
	22-11-86	3,2	78	41	5,42	14,7	30	19	
511	26-09-79	4,3	64	36	7,03	20,6	54	42	
	19-11-80	5,5	70	42	8,16	26,3	50	40	
	30-04-81	6,0	72	44	9,28	32,8	55	43	
	12-07-82	7,1	83	50	11,31	44,1	50	43	
	10-06-84	9,0	80	55	--	39	45	34	
	15-05-85	10,0	86	62	12,38	58,5	47	42	
	12-03-86	10,8	105	65	15,74	75	41	38	
	24-10-86	11,5	132	81	15,27	85	30	32	
512	14-07-82	0,1	35	2	2,31		38	44	
	22-09-84	2,2	68	45	6,80	19,7	31	18	
	21-05-85	3	74	50	---	12,6	26	23	
	29-01-86	3,6	129	61	12,06	47,1	26	16	
	22-10-86	4,3	129	81	22,47	115	30	14	
618	59	13,0	254	152					
618	09-62	16,0	315	187					
618	07-01-87	40,0	490	229	55,25	800	37	24	

Cuadro 3A

Distribuciones de frecuencia por clase diámetrica (mm) para cada medición sitio de Pochote evaluado. 1987.

Sitio 104 3,3 años			Edad 4,4 años			Edad 5,3 años		
DAP	frec.	%	DAP	frec.	%	DAP	frec.	%
7- 27	3	5	47- 67	1	2	47- 67	1	2
27- 47	4	7	67- 87	8	19	67- 87	6	14
47- 67	11	19	87-107	6	14	87-107	5	12
67- 87	7	12	107-127	12	28	107-127	8	19
87-107	11	19	127-147	8	19	127-147	9	21
107-127	8	14	147-167	4	9	147-167	8	19
127-147	4	7	167-187	2	5	167-187	2	5
147-167	7	12	187-207	1	2	187-207	2	5
167-187	1	2	207-227	1	2	207-227	1	2
187-207	1	2				227-247	1	2

Edad 6,5 años			Edad 7,6 años			Edad 8,7 años		
DAP	frec.	%	DAP	frec.	%	DAP	frec.	%
47- 67	1	2	47- 67	1	2	47-67	1	2
67- 87	1	2	67- 87	2	5	87-107	6	14
87-107	10	23	87-107	9	21	107-127	5	12
107-127	3	7	107-127	3	7	127-147	8	19
127-147	11	26	127-147	12	28	147-167	7	16
147-167	8	19	147-167	6	14	167-187	8	19
167-187	4	9	167-187	4	9	187-207	3	7
187-207	2	5	187-207	3	7	207-227	1	2
227-247	1	2	227-247	1	2	227-247	2	5
227-247	2	5	247-267	2	5	267-287	2	5

Edad 10,2 años		
DAP	Frec.	%
47- 67	1	2
87-107	6	14
107-127	6	14
127-147	6	14
147-167	9	21
167-187	3	7
187-207	6	14
207-227	2	5
227-247	2	5
287-307	2	5

Sitio 105

Edad 2,3 años			Edad 4 años			Edad 5,2 años		
DAP	Frec.	%	DAP	frec.	%	DAP	frec.	%
7-27	28	39	7- 27	3	4	7- 27	4	
27- 47	24	34	27- 47	13	18	27- 47	2	
47- 67	14	20	47- 67	13	18	47- 67	4	
67- 87	5	7	67- 87	18	25	67- 87	10	
			87-107	16	22	87-107	24	
			107-127	9	12	107-127	17	
			127-147	1	1	127-147	11	
						147-167	4	

Edad 5,6 años			Edad 6,6 años			Edad 7,6 años		
DAP	frec.	%	DAP	frec.	%	DAP	frec.	%
7- 22	2	3	27- 47	1	1	87-107	1	2
27- 47	2	3	47- 67	2	3	107-127	10	22
47-67	3	4	67- 87	5	7	127-147	13	29
67- 87	14	19	87-107	13	18	147-167	11	24
87-107	16	21	107-127	21	29	167-187	9	20
107-127	21	28	127-147	16	22	207-227	1	2
127-147	16	21	147-167	13	18			
147-167	1	1	167-187	1	1			
			187-207	1	1			

Edad 8,8 años			Edad 10 años			Edad 11,4 años		
DAP	frec.	%	DAP	frec	%	DAP	frec.	%
107-127	6	13	47- 67	1	2	127-147	7	16
127-147	10	22	107-127	3	7	147-167	9	21
147-167	15	33	127-147	10	23	167-187	13	30
167-187	12	27	147-167	10	23	187-207	7	16
187-207	1	2	167-187	10	23	207-227	6	14
207-227	1	2	187-207	7	16	227-247	1	2
			207-227	1	2	247-267	1	2
			227-247	2	5			

Sitio 106

Edad 3,7 años			Edad 4,1 años			Edad 6,1 años		
DAP	frec.	%	DAP	frec	%	DAP	frec.	%
27- 47	5	5	27- 47	4	5	87-107	1	2
47- 67	16	15	47- 67	4	5	107-127	9	21
67- 87	32	29	67- 87	165	21	127-147	14	33
87-107	31	28	87-107	26	33	147-167	9	21
107-127	13	12	107-127	15	19	167-187	6	14
127-147	10	9	127-14	6	8	187-207	2	5
147-167	2	2	147-167	7	9	207-227	1	2

Cuadro 3A. Continuación.

Edad 9,7 años		
DAP	frec.	%
107-127	2	5
127-147	9	24
147-167	4	11
167-187	8	22
187-207	6	16
207-227	2	5
227-247	3	8
247-267	3	8

Sitio 303

Edad 1,3 años			Edad 3,2 años			Edad 4,1 años		
DAP	frec	%	DAP	frec.	%	DAP	frec.	%
7- 27	25	60	7- 27	3	5	7- 27	1	
27- 47	14	33	27- 47	5	8	27- 47	3	
47- 67	3	7	47- 67	8	13	47- 67	6	
			67- 87	5	8	67- 87	6	
			87-107	11	18	87-107	10	
			107-127	21	34	107-127	9	
			127-147	6	10	127-147	19	
			147-167	1	2	147-167	7	
			167-187	1	2	167-187	1	
						187-207	1	

Edad 4,7 años			Edad 6 años			Edad 7,3 años		
DAP	frec	%	DAP	frec.	%	DAP	frec.	%
7- 27	1	2	7- 27	0	0	127-147	3	
27- 47	3	5	27- 47	3	5	147-167	7	
47- 67	2	3	47- 67	1	2	167-187	4	
67- 87	6	10	67- 87	5	8	187-207	6	
87-107	8	13	87-107	5	8	207-227	12	
107-127	11	18	107-127	7	11	227-247	6	
127-147	10	16	127-147	11	18	247-267	6	
147-167	16	25	147-167	10	16	267-287	5	
167-187	5	8	167-187	12	19	287-307	3	
187-207	1	2	187-207	4	7	307-327	1	
			207-227	4	7	347-367	1	

Edad 9,3 años			Edad 10,3 años		
DAP	frec.	%	DAP	frec.	%
7- 27	1	4	167-187	4	15
127-147	1	4	187-207	3	12
147-167	3	12	207-227	3	12
167-187	2	8	227-247	3	12
187-207	3	12	247-267	2	8
207-227	5	19	267-287	3	12
227-247	4	15	307-327	4	15
247-267	1	4	327-347	1	4
267-287	4	15	347-367	2	8
287-307	1	4	367-387	1	4
307-327	1	4			

Cuadro 3A. Continuación.

Sitio 304

Edad 1,3 años			Edad 3 años			Edad 4,1 años		
DAP	Frec	%	DAP	frec	%	DAP	frec	%
7- 27	2	3	27- 47	1	1	27- 47	1	1
27- 47	19	24	67- 87	9	11	67- 87	8	10
47- 67	33	41	87-107	27	33	87-107	11	14
67- 87	21	26	107-127	30	37	107-127	21	26
87-107	4	5	127-147	13	16	127-147	22	27
107-127	1	1	147-167	1	1	147-167	15	19
127-147	1	1				167-187	3	4
Edad 4,8 años			Edad 6 años			Edad 7,3 años		
DAP	frec	%	DAP	frec	%	DAP	frec	%
27-47	1	1	27- 47	1	1	27- 47	1	1
67-87	6	6	67- 87	4	5	67- 87	4	5
87-107	10	10	87-107	11	14	87-107	6	8
107-127	19	19	107-127	14	18	107-127	13	17
127-147	21	21	127-147	13	16	127-147	14	18
147-167	16	16	147-167	21	26	147-167	6	8
167-187	6	6	167-187	11	14	167-187	20	26
187-207	2	2	187-207	5	6	187-207	10	13
						207-227	3	4
						227-247	1	1
Edad 8 años			Edad 10,3 años					
DAP	frec	%	DAP	frec	%			
27- 47	1	1	107-127	1	3			
67- 87	3	4	127-147	4	11			
87-107	10	13	147-167	1	3			
107-127	13	17	167-187	5	14			
127-147	11	14	187-207	9	24			
147-167	10	13	207-227	9	24			
167-187	18	23	227-247	6	16			
187-207	8	10	247-267	1	3			
207-227	2	3	267-287	1	3			
227-247	2	3						

Cuadro 3A. Continuación.

Sitio 479

Edad 22 años			Edad 23 años			Edad 23,6 años		
DAP	frec	%	DAP	frec	%	DAP	frec	%
127-147	1	4	107-127	1	3	127-147	1	3
167-187	1	4	127-147	1	3	147-167	1	3
187-207	1	4	167-187	1	3	167-187	1	3
207-227	1	4	187-207	4	13	187-207	3	9
227-247	2	8	207-227	1	3	207-227	1	3
247-267	1	4	227-247	2	6	227-247	1	3
267-287	4	15	247-267	1	3	247-267	2	6
287-307	1	4	267-287	6	19	267-287	6	19
307-327	3	12	287-307	1	3	287-307	1	3
327-347	3	12	307-327	3	9	307-327	3	9
347-367	3	12	327-347	2	6	327-347	2	6
367-387	2	8	347-367	2	6	347-367	4	13
387-407	3	12	367-387	4	13	367-387	2	6
			387-407	3	9	387-407	1	3
						407-427	3	9

Edad 24,2 años			Edad 26,5 años		
DAP	frec	%	DAP	frec	%
107-127	1	3	107-127	1	3
127-147	1	3	127-147	1	3
187-207	3	10	187-207	2	6
207-227	2	7	207-227	1	3
227-247	2	7	227-247	2	6
247-267	2	7	247-267	2	6
267-287	6	19	267-287	3	9
287-307	1	3	287-307	6	19
307-327	3	10	327-347	3	9
347-367	2	7	347-367	2	6
367-387	3	10	367-387	2	6
387-407	1	3	387-407	2	6
407-427	3	10	407-427	1	3
427-447	1	3	427-447	3	9
			487-507	1	3

Sitio 480

DAP	frec	%
107-127	1	3
127-147	2	5
147-167	7	19
167-187	10	26
187-207	8	21
207-227	6	16
227-247	4	11

Cuadro 3A. Continuación.

Sitio 481

Edad 0,1 años			Edad 1,8 años			Edad 4,6 años		
DAP	frec	%	DAP	frec	%	DAP	frec	%
7- 27	62	100	7- 27	38	57	27- 47	1	2
			27- 47	28	42	47- 67	1	2
			47- 67	1	2	67- 87	6	9
						87-107	35	52
						107-127	17	25
						127-147	4	6
						207-227	2	3
						227-247	1	2
Edad 4,6 años			Edad 5 años			Edad 5,7 años		
DAP	frec	%	DAP	frec	%	DAP	Frec	%
27- 47	1	2	87-107	6	13	107-127	14	30
47- 67	1	2	107-127	21	45	127-147	22	48
67- 87	6	9	127-147	16	35	147-167	9	20
87-107	35	52	147-167	3	7	167-187	1	2
107-127	17	25						
127-147	4	6						
207-227	2	3						
227-247	1	1						

Edad 6 años

DAP	frec	%
87-107	2	4
107-127	6	13
127-147	17	37
147-167	12	26
167-187	9	20

Sitio 483

Edad 1,5 años			Edad 3,2 años		
DAP	frec	%	DAP	frec	%
7- 27	6	12	27- 47	2	5
27- 47	35	73	47- 67	2	5
47-67	7	15	67- 87	7	19
			87-107	14	38
			107-127	7	19
			127-147	4	11
			147-167	1	3

Sitio 484

Edad años		
DAP	frec	%
7- 27	1	3
27- 47	11	31
47- 67	6	17
67- 87	6	17
87-107	8	22
107-127	1	3
127-147	3	8

Cuadro 3A. Continuación.

Sitio 485

Edad 1,5 años			Edad 3,2 años		
DAP	frec	%	DAP	frec	%
7-27	28	72	27- 47	6	13
27-47	10	26	47- 67	6	13
47-67	1	3	67- 87	15	33
			87-107	15	33
			107-127	3	7
			127-147	1	2

Sitio 511

Edad 4,3 años			Edad 5,5 años			Edad 6 años		
DAP	frec	%	DAP	frec	%	DAP	frec	%
7- 27	11	20	7- 27	9	16	7- 27	11	20
27- 47	6	11	27- 47	6	11	27- 47	3	5
47- 67	9	17	47- 67	8	15	47- 67	10	18
67- 87	15	28	67- 87	11	20	67- 87	10	18
87-107	6	11	87-107	15	27	87-107	10	18
107-127	6	11	107-127	5	9	107-127	7	13
127-147	1	2	167-187	1	2	127-147	3	6
	--	---				167-187	1	2
							--	---
							55	100

Edad 7,1 años			Edad 9 años			Edad 10 años		
DAP	frec	%	DAP	frec	%	DAP	frec	%
7- 27	7	13	7- 27	5	9	7- 27	5	9
27- 47	8	15	27- 47	7	13	27- 47	7	12
47- 67	5	9	47- 67	7	13	47- 67	8	14
67- 87	6	11	67- 87	9	17	67- 87	5	9
87-107	12	22	87-107	15	28	87-107	15	26
107-127	11	20	107-127	8	14	107-127	12	21
127-147	4	7	127-147	1	2	127-147	2	3
167-187	2	3	147-167	1	2	147-167	1	2
			167-187	1	2	167-187	1	2
						187-207	1	2
							--	---
							57	100

Cuadro 3A. Continuación.

Edad 10,8 años			Edad 11,5 años		
DAP	frec	%	DAP	frec	%
7- 27	2	4	67- 87	3	9
27- 47	4	8	87-107	7	21
47- 67	3	6	107-127	5	15
67- 87	5	10	127-147	10	31
87-107	11	22	147-167	4	12
107-127	13	26	167-187	1	3
127-147	4	8	187-207	1	3
147-167	5	10	207-227	1	3
167-187	1	2	247-267	1	3
207-227	1	2	---	---	---
227-247	1	2		31	100
	---	---			
	50	100			

Sitio 512

Edad 0,1 años			Edad 2,2 años			Edad 3 años		
DAP	frec	%	DAP	frec	%	DAP	frec	%
7- 27	19	28	7- 27	1	2	27- 47	4	14
27- 47	31	46	27- 47	11	20	47- 67	4	14
47- 67	18	26	47- 67	12	22	67- 87	12	43
	---	---	67- 87	21	39	87-107	7	25
	68	100	87-107	6	11	107-127	1	3
			107-127	3	6	---	---	---
						28	100	
Edad 3,6 años			Edad 4,3 años					
DAP	frec	%	DAP	frec	%			
47- 67	1	4	47- 67	5	10			
67- 87	3	11	67- 87	2	4			
87-107	2	7	87-107	6	12			
107-127	5	18	107-127	9	18			
127-147	9	32	127-147	11	22			
147-167	5	18	147-167	10	20			
167-187	2	7	167-187	5	10			
207-227	1	3	187-207	2	4			
	---	---	207-227	1	2			
	28	100	---	---	---			
				51	100			

Cuadro 3A. Continuación.

Sitio CATIE 618

Edad 16 años

DAP	frec	%
178-202	1	3
203-228	1	3
229-253	3	10
254-278	2	7
279-304	6	21
305-329	4	14
330-355	5	17
356-380	3	10
381-405	2	7
406-431	1	3
432-456	0	0
457-480	1	3
---	---	---
	29	100

Edad 40,5 años

DAP	frec	%
222-242	1	6
322-342	4	22
342-362	1	6
362-382	1	6
382-402	1	6
402-422	1	6
442-462	1	6
502-522	1	6
582-592	1	6
592-602	1	6
602-622	2	11
622-642	1	6
802-822	1	6
922-942	1	6
---	---	---
	18	100

Cuadro 4A. Resultados de los análisis físicos de laboratorio para las muestras de suelos de cada horizonte. CATIE, Turrialba, 1987

Sitio	Hor.	Prof. cm	# lab.	%a	%L	%A	Text.	D. part.	D.ap. g/ml
104	Ah	0 - 23	28048	64,4	28	7,6	Fa	2,28	0,83
105	Ah	0 - 9	28040	49,2	35,6	15,2	F	2,26	0,83
	Ac	9 - 23	28041	59,2	31,6	9,2	Fa	2,43	0,81
	Ah(b)	23 - 52	28042	47,2	39,6	13,2	F	2,49	0,83
	Bw	52 - 105	28043	45,2	43,6	11,2	F	2,67	0,84
106	Ah	0 - 9	28044	65,2	27,6	7,2	Fa	2,51	0,95
	Bw	9 - 51	28045	71,2	25,6	3,2	Fa	2,66	1,02
	C ₁	51 - 67	28046	78,4	18	3,6	aF	2,73	1,19
	C ₂	67 - 101	28047	94,8	4	1,2	a	2,83	1,42
303	Ah	0 - 12	28279	42	46	12	F	2,48	0,94
	Bw	12 - 39	28280	49,6	32,2	18,2	F	2,59	1,04
	C	39 - 59	28281	56	27,8	16,2	Fa	2,63	1,08
	2C ₁	59 - 85	28282	51,6	28,2	20,2	FAa-F	2,60	1,03
	2C ₂	85 - 100+	28283	90	5,8	4,2	a	2,77	1,42
304	AC ₁	0 - 20	28284	65,6	20,2	14,2	Fa	2,46	0,98
	2C ₁	20 - 51	28285	83,6	8,2	8,2	aF	2,67	0,91
	Ah(b)	51 - 65	28286	39,6	36	24,4	F	2,56	0,93
	3C	65 - 85	28287	67,6	18,2	14,2	Fa	2,67	1,0
479	Ah	0 - 15	28250	15	32	53	A	2,58	1,13
	Bw	15 - 26	28251	13,2	31,8	55	A	2,56	1,12
479	Ah	0 - 26	28252	7,2	21,8	71	A	2,55	0,92
	Bt	26 - 120	28253	-	19	81	A	2,68	0,88
y 479	Ah	0 - 10	28254	7,2	33,8	59	A	2,53	0,91
X 480	Ah	0 - 10	28264	15,2	39,8	45	A	2,40	1,0
	AB	10 - 33	28265	19,2	35,8	45	A	2,38	1,0
	Bw	33 - 66	28266	13,2	25,8	61	A	2,55	1,0
	C	66 - 110+	28267	31,2	23,8	45	A	2,60	1,05
481	Ah	0 - 17	28255	19,2	37,8	43	A	2,52	1,0
	AB	17 - 30	28256	9,2	27,8	63	A	2,69	1,05
	Bt	30 - 63	28257	5,2	25,8	69	A	2,70	1,02
	Bc	63 - 95	28258	7,2	25,8	67	A	2,68	1,10
483	Ah	0 - 17	28268	19,2	33,8	47	A	2,60	0,87
	AB	17 - 49	28269	17,2	29,8	53	A	2,64	0,91
	Bt	49 - 125	28270	19,6	41,2	39,2	Fa1	2,64	0,91

Cuadro 4A. Continuación

Sitio	Hor.	Prof. cm	# lab.	%a	%L	%A	Text.	D. part.	D.ap. g/ml
484	Ah	0 - 11	28271	23,6	29,2	47,2	A	2,35	0,88
	C ₁	11 - 24	28272	22,0	38	40	A-FA	2,55	0,98
	Ah(b)	24 - 35	28273	12	38	50	A	2,54	1,13
	2Bw	35 - 83	28274	24	34	42	A	2,60	1,12
	C	83 -109	28275	18	34	48	A	2,59	1,02
485	Ah	0 - 12	28276	16	32	52	A	2,59	1,06
	AB	12 - 36	28277	8	28	64	A	2,61	1,17
	Bt	36 - 70	28278	3,8	22,2	74	A	2,62	1,10
511	Ah	0 - 11	28261	9,2	39,8	51	A	2,66	0,98
	AB	11 - 33	28262	-	25	75	A	2,75	0,92
	Bt	33 -105	28263	-	31	69	A	2,78	0,93
512	Ah	0 - 15	28259	33,2	39,8	27	FA-F	2,55	1,03
	Bw	15 - 53	28260	19,2	33,8	47	A	2,58	1,02
618	Ah	0 -14/27	28036	19,2	45,6	35,2	FAL	2,46	0,93
	C	14/27 -50	28037	23,2	27,6	49,2	A	2,57	1,1
	Ah(b)	50 - 66	28038	23,2	27,6	49,2	A	2,60	1,07
	Bw	66 -100	28039	17,2	27,6	55,2	A	2,73	0,80

F= franco A=arcilloso FAL= franco arcilloso limoso Fal=franco areno
limoso a = arena A = arcilla L = limo D. part.= densidad de
partículas
D. ap. = densidad aparente.

Cuadro 5A. Resultados de los análisis de suelos para cada horizonte muestreado, variables químicas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1987. Aluminio y ac. extraíble en meq/100ml. Ac. Intercambiable en meq/100gr.

Si- tio	Hor.	pH KCL	pH NaF	pH H ₂ O	M.O. %	C.O %	Ac. Int. BaCl ₂	Ac. Ext. KCl	Al KCl	% sat. Al
104	Ah	4,82	11,03	5,20	1,67	0,97	62,8	0,55	0,45	13,8
105	Ah	4,63	10,32	5,32	1,81	1,05	60,2	0,50	0,40	3,8
	Ac	4,61	10,95	5,18	4,82	2,8	53,0	0,65	0,55	18,0
	Ah(b)	4,77	11,09	5,48	6,10	3,5	55,0	0,50	0,40	11,0
	Bw	5,15	10,82	5,71	6,03	3,5	36,0	0,20	0,15	3,7
106	Ah	5,41	10,75	6,04	1,81	1,0	34,0	0,20	0,15	1,4
	Bw	5,56	10,92	6,38	9,78	5,7	28,6	0,20	0,15	3,5
	C ₁	5,72	10,63	6,45	5,15	3,0	20,4	0,15	0,10	4,9
	C ₂	5,71	9,45	6,66	2,21	1,3	7,4	0,15	0,05	2,8
303	Ah	4,49	8,93	5,60	7,03	4,1	24,8	0,35	0,10	1,0
	Bw	4,25	10,10	5,23	4,29	2,5	20,4	1,15	0,80	13,7
	C	4,29	10,10	5,33	1,94	1,1	14,8	1,00	0,70	16,0
	2C ₁	4,44	10,72	5,48	4,02	2,3	20,8	0,75	0,50	13,9
	2C ₂	4,98	9,80	5,31	0,48	0,3	8,8	0,30	0,10	15,7
304	AC ₁	5,54	8,40	6,35	3,69	2,1	4,8	0,10	ND	--
	2C	6,10	8,25	7,10	1,00	0,6	10,0	0,15	ND	--
	Ah(b)	5,89	8,70	7,49	2,75	1,6	12,0	0,10	ND	--
	3C	6,38	8,40	7,78	1,14	0,7	11,6	0,15	ND	--
479	Ah	4,56	8,60	5,00	8,78	5,1	17,6	0,25	ND	--
	Bw	3,85	9,50	4,37	4,42	2,6	24,8	2,30	1,90	--
479	Ah	4,03	8,51	4,59	6,43	3,7	22,8	0,60	0,25	2,2
	Bt	4,16	9,08	4,85	1,47	0,9	8,8	0,70	0,50	6,7
X 479	Ah	4,35	8,52	4,84	5,83	3,4	12,8	0,10	0,25	1,8
λ 480	Ah	4,36	8,25	5,48	7,44	4,3	25,2	0,25	0,10	0,2
	AB	4,47	8,33	5,98	4,69	2,7	20,0	0,20	0,10	0,2
	Bw	4,32	8,35	6,16	2,48	1,4	22,0	0,20	0,10	0,2
	C	4,27	8,57	6,30	0,67	0,4	10,4	0,20	0,10	0,2
481	Ah	4,42	8,10	5,30	6,16	3,6	18,8	0,15	0,05	0,2
	AB	4,44	8,51	5,63	2,21	1,3	6,8	0,15	0,05	0,2
	Bt	4,66	9,18	5,71	1,07	0,6	5,6	0,15	0,05	0,1
	BC	4,76	9,45	5,78	0,40	0,2	24	0,15	0,05	0,1
483	Ah	4,82	9,72	6,45	5,02	2,9	24	0,20	0,10	0,3
	AB	4,90	9,35	6,36	2,48	1,4	19,2	0,15	0,05	0,2
	Bt	4,54	9,30	6,65	0,42	0,2	15,6	0,15	ND	--

Cuadro 5A. Continuación

Si- tio	Hor.	pH KCL	pH NaF	pH H ₂ O	M.O. %	C.O %	Ac. Int. BaCl ₂	Ac. Ext. KCl	Al KCl	% sat. Al
484	Ah	4,32	8,00	5,67	8,51	4,9	23,2	0,15	ND	--
	C ₁	4,44	8,30	5,91	2,68	1,6	17,6	0,20	ND	--
	Ah(b)	4,55	8,40	6,17	2,34	1,4	25,2	0,15	ND	--
	2Bw	4,37	8,45	6,51	0,40	0,2	19,2	0,15	ND	--
	C	4,64	8,55	6,63	0,48	0,3	17,2	0,15	ND	--
485	Ah	5,00	8,25	5,91	7,37	4,3	22,0	0,15	ND	--
	AB	4,70	8,36	5,92	3,69	2,1	21,6	0,15	ND	--
	Bt	4,20	8,67	5,75	0,94	0,6	11,2	0,35	0,15	0,5
511	Ah	4,40	9,00	4,71	6,57	3,9	20,4	0,35	0,15	1,3
	AB	3,79	9,18	4,14	2,48	1,4	22,0	4,30	3,80	46,0
	Bt	3,75	9,70	4,18	0,80	0,5	27,6	7,7	6,35	79,0
512	Ah	4,40	8,23	6,05	5,36	3,1	9,6	0,15	0,05	0,1
	Bw	4,10	8,26	6,58	1,00	0,6	8,8	0,20	0,10	0,2
618	Ah	4,84	8,50	5,46	7,37	3,2	69,2	0,15	0,05	0,3
	C	4,75	9,15	5,91	6,97	3,4	69,4	0,15	0,05	0,5
	Ah(b)	4,63	7,74	5,80	4,29	2,5	66,8	0,15	0,10	1,0
	Bw	4,66	8,90	5,88	6,97	4,0	64,8	0,15	0,05	0,6

pHKCL = pH en Cloruro de Potasio. pH H₂O = pH en agua, pH NaF = pH en fluoruro de Sodio. M.O.y C.O = materia orgánica y carbono orgánico.

Ac. Int. BaCl₂ = Acidez intercambiable en Cloruro de Bario

Ac ext KCl = Acidez extraíble en Cloruro de Potasio. Al KCl = Aluminio en Cloruro de Potasio y % sat = saturación de aluminio.

Cuadro 6A. Capacidad de intercambio Catiónico y bases cambiables en meq/100gr para cada sitio y horizonte. CATIE, Turrialba. 1986.

Sitio	Hor	K	Ca	Mg	Na	Σ de bases	CIC pH 7	CIC pH8,2	% sat bases	% sat acidez
104	Ah	0,24	1,41	0,61	0,07	2,33	44,4	65,1	3,6	96,4
105	Ah	0,40	5,42	2,56	0,09	8,47	49,0	68,9	12,3	87,6
	Ac	0,16	1,40	0,39	0,08	2,03	42,4	55,0	3,7	96,3
	Ah(b)	0,23	1,92	0,48	0,08	2,71	41,6	57,7	4,7	95,3
	Bw	0,51	2,06	0,61	0,08	3,26	29,2	39,3	8,3	91,7
106	Ah	0,30	7,84	1,82	0,07	10,03	26,8	44,0	22,7	77,2
	Bw	0,05	3,68	0,32	0,07	4,12	18,6	32,7	12,6	87,4
	C ₁	0,06	2,00	0,19	0,07	2,32	10,8	22,7	10,2	89,8
	C ₂	0,13	1,96	0,23	0,07		3,8	9,8	24,4	75,6
303	Ah	0,24	8,82	2,32	0,06	11,44	27,4	36,2	31,5	68,4
	Bw	0,07	4,62	0,51	0,06	5,26	20,2	25,7	20,4	79,5
	C	0,07	3,42	0,38	0,07	3,94	15,1	18,7	21,0	78,9
	2C ₁	0,08	2,82	0,25	0,04	3,19	19,7	24,0	13,3	86,7
	2C ₂	0,08	0,50	0,12	0,06	0,76	6,0	9,6	7,9	92,0
304	AC ₁	0,40	24,48	1,48	0,07	26,43	31,4	31,2	84,7	15,4
	2C	0,15	24,22	0,45	0,08	24,9	24,5	34,9	71,3	28,6
	Ah(b)	0,13	32,54	1,53	0,08	34,3	37,2	46,3	74,1	25,9
	3C	0,14	30,38	0,56	0,05	31,13	31,2	42,7	72,8	27,1
479	Ah	0,78	12,15	5,09	0,05	18,1	36,0	35,7	50,7	49,3
	Bw	0,22	2,68	1,96	0,07	4,93	24,5	29,7	16,5	83,4
479	Ah	0,16	6,28	3,70	0,08	10,22	35,0	33,0	30,9	69,0
	Bt	0,06	3,05	2,89	0,08	6,08	31,9	14,9	40,8	59,1
✓ 479	Ah	0,16	7,81	3,99	0,05	12,01	30,7	24,8	48,4	51,6
✓ 480	Ah	0,21	33,40	8,98	0,15	42,74	68,9	67,9	62,9	37,1
	AB	0,10	33,42	7,72	0,18	41,42	65,5	61,4	67,4	32,6
	Bw	0,07	31,86	9,86	0,13	41,9	66,9	63,9	65,5	34,4
	C	0,07	36,60	10,87	0,32	47,9	72,9	58,3	82,2	17,8
481	Ah	0,41	17,08	8,18	0,07	25,74	49,9	44,5	57,8	42,2
	AB	0,15	21,32	11,57	0,06	33,1	43,2	39,9	82,9	17,0
	Bt	1,23	36,10	8,03	0,11	45,5	42,5	51,1	89,0	10,9
	BC	0,40	38,42	9,16	0,21	48,19	52,3	72,2	66,7	33,2
483	Ah	0,31	16,65	6,18	0,07	23,21	45,8	47,2	49,2	50,8
	AB	0,62	18,44	7,05	0,06	26,2	48,9	45,4	57,7	42,3
	Bt	0,21	21,32	9,24	0,10	30,9	49,4	46,4	66,6	33,6

Cuadro 6A. Continuación.

Sitio	Hor	K	Ca	Mg	Na	Σ de bases	CIC pH 7	CIC pH8,2	% sat bases	% sat acidez
484	Ah	0,70	31,44	9,52	0,21	41,87	72,7	65,1	64,3	35,6
	C ₁	0,14	34,50	11,48	0,30	46,4	70,3	64,0	72,5	27,5
	Ah(b)	0,11	34,60	12,06	0,26	47,0	72,5	72,2	65,1	34,9
	2Bw	0,10	33,10	11,75	0,29	45,2	69,1	64,4	70,2	29,8
	C	0,07	29,00	11,43	0,19	40,7	63,4	57,9	70,3	29,7
485	An	1,57	19,58	8,52	0,05	29,72	49,2	51,7	57,4	42,5
	AB	0,50	17,96	9,93	0,08	28,5	43,4	50,1	56,9	43,1
	Bt	0,16	16,68	13,33	0,06	30,2	53,3	41,4	72,9	27,0
511	Ah	0,25	6,42	4,42	0,07	11,16	32,4	31,6	35,4	64,6
	AB	0,10	2,05	1,90	0,05	4,1	31,2	26,1	15,7	84,3
	Bt	0,09	0,10	1,31	0,07	1,57	34,1	29,2	5,4	94,6
512	Ah	1,23	36,10	8,03	0,11	45,47	69,8	55,1	82,6	17,4
	Bw	0,40	38,42	9,16	0,21	48,19	73,2	56,9	80,3	15,4
618	Ah	0,39	10,90	3,09	0,09	14,5	34,4	83,7	17,3	82,7
	C	0,29	7,68	2,75	0,09	10,81	29,4	80,2	13,5	86,5
	Ah(b)	0,20	7,62	2,80	0,09	10,71	29,8	77,5	13,8	86,2
	Bw	0,43	5,70	2,48	0,10	8,71	26,0	73,5	11,8	88,2

K = potasio. Ca = calcio. Mg = magnesio Na = sodio Σ de bases = Suma de bases. CIC pH 7 = Capacidad de intercambio catiónico a pH 7
 CIC pH 8,2 = capacidad de intercambio catiónico a pH 8,2.
 % sat bases = porcentaje de saturación de bases. % sat acidez = porcentaje de saturación de acidez.

Cuadro 7A. Ejemplos de la utilización de los modelos de regresión para predecir la calidad de sitio en altura mayor (m) para Pochote (Bombacopsis quinatum) en 14 sitios en Costa Rica. 1987.

 MODELO 1 $r^2 = 0,9853$

$S = -349,3625 + 0,0542a - 8,3903ms + 0,5888A + 0,0808alt + 7,3848tma + 0,0138pma - 0,5746mh - 1,6597pen + 17,9164pH - 0,7059mo + 16,2667acex + 2,7324 Ca$

EJEMPLO PARA EL SITIO 303

$S = -349,3625 + 0,0542(49,6) - 8,3903(3) + 0,5888(18,2) + 0,0808(300) + 7,3848(25,9 + 0,0138(3672) - 0,5746(9) - 1,6597(0) + 17,9164(5,23) - 0,7059(4,29) + 16,2667(1,15) + 2,7324(4,62)$

$S = 21,88 \text{ M}$ EL INDICE DE SITIO PARA LA PARCELA 303 ES 19,26

MODELO 4 $r^2 = 0,5020$

$S = 8,5565 + 0,0015pma + 1,5969ms - 0,0839pen$

EJEMPLO PARA EL SITIO 303

MODELO 4 $r^2 = 0,5020$

$S = 8,5565 + 0,0015(3672) + 1,5969(3) - 0,0839(0) = 18,85$

 a = contenido de arena en porcentaje

ms = meses secos (precipitación entre 30 y 100 mm)

A = contenido de arcilla en porcentaje

alt = altitud (msnm)

tma = temperatura media anual ($^{\circ}\text{C}$)

pma = precipitación media anual en mm

mh = meses húmedos (> 100 mm de precipitación)

pen = pendiente en porcentaje

pH = pH en agua

pHKCl = pH en Cloruro de Potasio.

mo = materia orgánica.

acex = acidez extraíble (meq/100gr)

pHNaF = pH en Fluoruro de Sodio

den = densidad de partículas (g/ml)

CIC7 = Capacidad de intercambio cationico

prof = profundidad en cm

Cuadro 8A . Rangos para la utilización de los modelos de crecimiento citados en el Cuadro 8.

Precipitación mm/año	2200 - 4600
altitud msnm	5 - 570
meses secos (< 30 mm)	0 - 4
meses secos (30 mm a 100 mm)	0 - 5
meses húmedos (> 100 mm)	7 - 12
zonas de vida	bs-T, bh-T, bmh-T, bmh-P, bh-P
pendiente en %	0 - 60
arena (%)	0 - 84
arcilla (%)	3 - 85
limo (%)	6 - 50
densidad de partículas	2,2 - 2,9
pH en agua	4,1 - 7,8
pH en KCl	3,7 - 6,4
pH en NaF	7,7 - 11,1
M.O (%)	1 - 10
Acidez intercambiable $BaCl_2$ (meq/100gr)	1,6 - 70
Acidez extraíble en KCl (meq/100ml)	0,1 - 7,7
Aluminio en KCl (meq/100ml)	0,0 - 6,5
Saturación de aluminio (%)	0 - 80
Potasio (meq/100gr)	0,03 - 2,0
Calcio (meq/100gr)	1,0 - 40
Magnesio (meq/100gr)	0,0 - 14
Sodio (meq/100gr)	0,05 - 0,35
Sumatoria de bases (meq/100gr)	2,0 - 50
Capacidad de intercambio catiónico a pH 7 (meq/100gr)	15 - 75
Capacidad de intercambio catiónico a pH 8,2 en $BaCl_2$ -Trietilonamina (meq/100gr)	10 - 82
% de saturación de bases	3,0 - 90
% de saturación de acidez	10 - 96
Pedregosidad externa (USDA) Clase 0 sin piedras, Clase 3 piedras de 15 a 30 cm de diámetro separadas de 75 a 160 cm	
Pedregosidad externa (USDA) Clase 0 sin piedras a clase 5 con 60 % de gravas de 1 - 8 cm de diámetro	
drenaje: moderadamente bien drenado a bien drenado	
erosión : laminar leve a laminar fuerte	

Cuadro 9A. Tabla de campo para la utilización de la altura de forma.

hm (dm)	AF en dm	hm (dm)	AF en dm
20	1,7563	125	7,6899
25	2,0388	130	7,9724
30	2,3214	135	8,2550
35	2,6039	140	8,5375
40	2,8865	145	8,8201
45	3,1690	150	9,1026
50	3,4516	155	9,3852
55	3,7341	160	9,6677
60	4,0167	165	9,9503
65	4,2992	170	10,2328
70	4,5818	175	10,5154
75	4,8643	180	10,7979
80	5,1469	185	11,0805
85	5,4294	190	11,3630
90	5,7120	195	11,6456
95	5,9945	200	11,9281
100	6,2771	205	12,2107
105	6,5596	210	12,4932
110	6,8422	215	12,7758
115	7,1247	220	13,0583
120	7,4073	225	13,3409

Cuadro 10A. Costos e ingresos para un análisis financiero de la plantación de Juanilama. Area una hectárea. Tasa de interés 12 %. Valores en cientos de colones. 1986. Modelo sin manejo.

NUMERO	NOMBRE	PERIODOS	MONTO
1	Limp.inicial	1	20,80
2	Trazado	1	10,40
3	Hoyado	1	16,80
4	Dist.plantas	1	2,60
5	Siembra	1	13,00
6	chapea	1	26,00
		2	26,00
		3	26,00
		4	26,00
		5	13,00
		6	13,00
		7	13,00
		8	13,00
		9	13,00
		10	10,40
		11	10,40
		12	10,40
		13	10,40
		14	10,40
		15	10,40
		16	10,40
		17	10,40
		18	10,40
		19	10,40
		20	10,40
		21	10,40
		22	10,40
		23	7,80
		24	7,80
		25	7,80
		26	7,80
7	arbolitos	1	70,40
8	Transportes	1	8,80
9	Imprevistos	1	17,29
10	Transporte	26	221,50
11	Volteo	26	177,39
12	rodajea	1 - 2	20,80
=====			
1	Madera	26	6541,92
=====			

Cuadro 11A. Valor presente neto (VAN) a diferentes tasas de interes para el análisis financiero sin manejo.

Tasa real	VAN	
0,00%	¢	5605,94
2,00%	¢	3264,04
4,00%	¢	1865,56
6,00%	¢	1023,61
8,00%	¢	513,09
10,00%	¢	201,69
12,00%	¢	10,91
14,00%	¢	-106,23
16,00%	¢	-178,11
18,00%	¢	-222,00
20,00%	¢	-248,50
22,00%	¢	-264,15
24,00%	¢	-273,01
26,00%	¢	-277,64
28,00%	¢	-279,63
30,00%	¢	-279,99
32,00%	¢	-279,36
34,00%	¢	-278,14
36,00%	¢	-276,59
38,00%	¢	-274,88
40,00%	¢	-273,09
42,00%	¢	-271,29
44,00%	¢	-269,53
46,00%	¢	-267,82
48,00%	¢	-266,18
50,00%	¢	-264,61

(VAN valores en cientos de colones por hectárea)

Cuadro 12A, Análisis de sensibilidad para el modelo sin manejo.
Sensibilidad del rendimiento a un 10 % de cambio en los insumos y en los ingresos. Tasa de descuento 12 %. Valores en cientos de colones por ha.

INSUMO CAMBIADO	VAN CAMBIO	VET CAMBIO
Limp.inicial	¢ 2,08	¢ 1,96
Trazado	¢ 1,04	¢ 0,98
Hoyado	¢ 1,68	¢ 1,58
Dist.plantas	¢ 0,26	¢ 0,25
Siembra	¢ 1,30	¢ 1,23
chapea	¢ 15,10	¢ 14,23
arbolitos	¢ 7,04	¢ 6,63
Transportes	¢ 0,88	¢ 0,83
Imprevistos	¢ 1,73	¢ 1,63
Transporte	¢ 1,30	¢ 1,23
Volteo	¢ 1,04	¢ 0,98
rodajea	¢ 3,94	¢ 3,71
=====		
Madera	¢ 38,48	¢ 36,26
=====		

Cuadro 13A. Análisis de riesgo modelo real. Cambios en los insumos los cuales hacen el valor presente neto igual a cero. Tasa real de descuento 12 %. Valores en cientos de colones por ha.

VARIABLES CAMBIADAS	PORCENTAJE CAMBIADO	CAMBIO EN COLONES
Limp.inicial	52,47%	¢ -10,91
Trazado	100,00%	¢ -10,40
Hoyado	64,97%	¢ -10,91
Dist.plantas	100,00%	¢ -2,60
Siembra	83,96%	¢ -10,91
chapea	7,23%	¢ -10,91
arbolitos	15,50%	¢ -10,91
Transportes	100,00%	¢ -8,80
Imprevistos	63,13%	¢ -10,91
Transporte	83,77%	¢ -10,91
Volteo	100,00%	¢ -10,43
rodajea	27,72%	¢ -10,91
=====		
Madera	-2,84%	¢ -10,91
=====		

NOTA: Cuando el porcentaje de cambio iguala al 100% y el cambio en colones es menor que ¢ 1091, la variable no alterara la selección del proyecto global, dados los criterios corrientes de decisión.

Cuadro 14A. Costos e ingresos para una ha de plantación de pochote.
Tasa de interés 12 %. Valores en cientos de colones. 1986. Modelo con
manejo.

NUMERO	NOMBRE	PERIODOS	MONTO
1	Limp. inicial	1	20,80
2	Trazado	1	10,40
3	Hoyado	1	16,80
4	Dist. plantas	1	2,60
5	Siembra	1	13,00
6	Apl. agroquim	1	1,81
7	chapea	1	26,00
		2	26,00
		3	26,00
		4	26,00
		5	13,00
		6	13,00
		7	13,00
		8	13,00
		9	13,00
		10	10,40
		11	10,40
		12	10,40
		13	10,40
		14	10,40
		15	10,40
		16	10,40
		17	10,40
		18	10,40
		19	10,40
		20	10,40
		21	10,40
		22	10,40
		23	7,80
		24	7,80
		25	7,80
		26	7,80
8	arbolitos	1	55,55
9	Fertilizante	1	12,89
10	Insecticida	1	5,00
11	Transportes	1	8,80
12	Imprevistos	1	17,29
13	Transporte	26	293,70
14	Volteo	26	242,42
15	rodajea	1 - 2	20,80
16	Raleos	6	55,50
		15	31,00
17	Apilado	6	5,58
		15	5,58
18	Motosierra	6	17,07
		15	17,07
=====			
1	Madera	26	8959,84
2	postes	15	77,50

Cuadro 15A. Análisis financiero para una plantación de Bombacopsis quinatum en Esparza. Valor presente neto (VAN) para el proyecto a diferentes tasas de interés. Modelo con manejo.
(VAN Valores en cientos de colones por hectárea)

TASA REAL	VPN
0,00%	¢ 7827,48
2,00%	¢ 4596,63
4,00%	¢ 2665,77
6,00%	¢ 1502,31
8,00%	¢ 796,20
10,00%	¢ 365,09
12,00%	¢ 100,76
14,00%	¢ -61,67
16,00%	¢ -161,38
18,00%	¢ -222,27
20,00%	¢ -258,99
22,00%	¢ -280,62
24,00%	¢ -292,81
26,00%	¢ -299,10
28,00%	¢ -301,71
30,00%	¢ -302,05
32,00%	¢ -301,02
34,00%	¢ -299,17
36,00%	¢ -296,87
38,00%	¢ -294,35
40,00%	¢ -291,75
42,00%	¢ -289,15
44,00%	¢ -286,61
46,00%	¢ -284,16
48,00%	¢ -281,81
50,00%	¢ -279,57

Cuadro 16A. Análisis de sensibilidad para el modelo con manejo.
Sensibilidad del rendimiento a un 10 % de cambio en los insumos y en los ingresos. Tasa de descuento 12 %. Valores en cientos de colones por ha.

INSUMO	VPN CAMBIO	VET CAMBIO
Limp.inicial	¢ 2,08	¢ 1,96
Trazado	¢ 1,04	¢ 0,98
Hoyado	¢ 1,68	¢ 1,58
Dist.plantas	¢ 0,26	¢ 0,25
Siembra	¢ 1,30	¢ 1,23
Apl.agroquim	¢ 0,18	¢ 0,17
chapea	¢ 15,10	¢ 14,23
arbolitos	¢ 5,55	¢ 5,23
Fertilizante	¢ 1,29	¢ 1,21
Insecticida	¢ 0,50	¢ 0,47
Transportes	¢ 0,88	¢ 0,83
Imprevistos	¢ 1,73	¢ 1,63
Transporte	¢ 1,73	¢ 1,63
Volteo	¢ 1,43	¢ 1,34
rodajea	¢ 3,94	¢ 3,71
Raleos	¢ 3,78	¢ 3,57
Apilado	¢ 0,43	¢ 0,41
Motosierra	¢ 1,32	¢ 1,24
=====		
Madera	¢ 52,70	¢ 49,67
postes	¢ 1,59	¢ 1,49
=====		

Cuadro 17A. Análisis de riesgo modelo con manejo. Cambios en los insumos los cuales hacen el valor presente neto igual a cero. Tasa real de descuento 12 %. Valores en cientos de colones por ha.

VARIABLES CAMBIADAS	PORCENTAJE CAMBIADO		CAMBIO EN COLONES
Limp.inicial	100,00%	¢	-20,80
Trazado	100,00%	¢	-10,40
Hoyado	100,00%	¢	-16,80
Dist.plantas	100,00%	¢	-2,60
Siembra	100,00%	¢	-13,00
Apl.agroquim	100,00%	¢	-1,81
chapea	66,74%	¢	-100,76
arbolitos	100,00%	¢	-55,55
Fertilizante	100,00%	¢	-12,89
Insecticida	100,00%	¢	-5,00
Transportes	100,00%	¢	-8,80
Imprevistos	100,00%	¢	-17,29
Transporte	100,00%	¢	-17,28
Volteo	100,00%	¢	-14,26
rodajea	100,00%	¢	-39,37
Raleos	100,00%	¢	-37,84
Apilado	100,00%	¢	-4,31
Motosierra	100,00%	¢	-13,18
=====			
Madera	-19,12%	¢	-100,76
postes	-100,00%	¢	-15,86
=====			

NOTA: Cuando el porcentaje de cambio iguala al 100% y el cambio en colones es menor que ¢ 100,76, la variable no alterara la selección del proyecto global, dados los criterios corrientes de decisión.

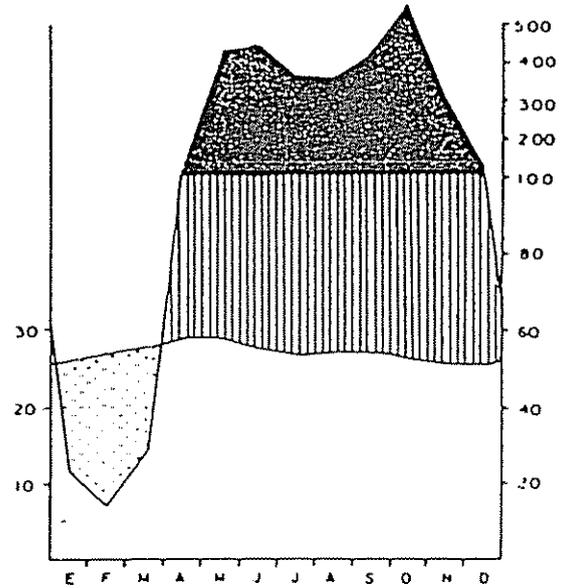
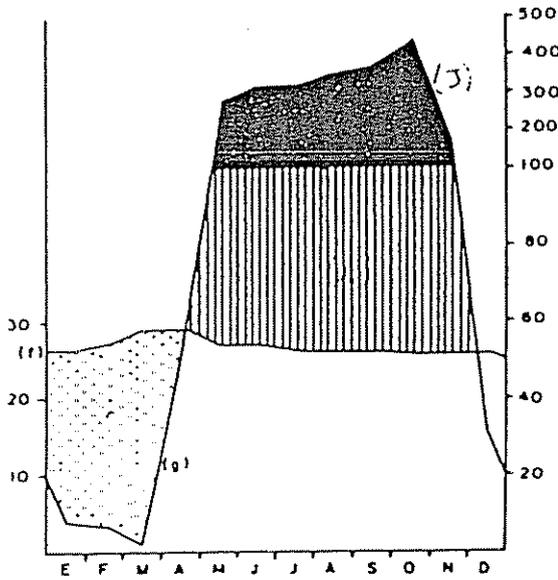
Anexo 1. Diagramas climáticos para las estaciones meteorológicas más cercanas a los sitios estudiados, Costa Rica, 1987 y datos climáticos de los estaciones más cercanas a los sitios estudiados

(a) ESPARZA
(b) (208m)
(c) (24)

LAT 9°59' LONG 84°39'
(d) 26.7° (e) 3193

PARRITA
(5m)

LAT 9°31' LONG 84°20'

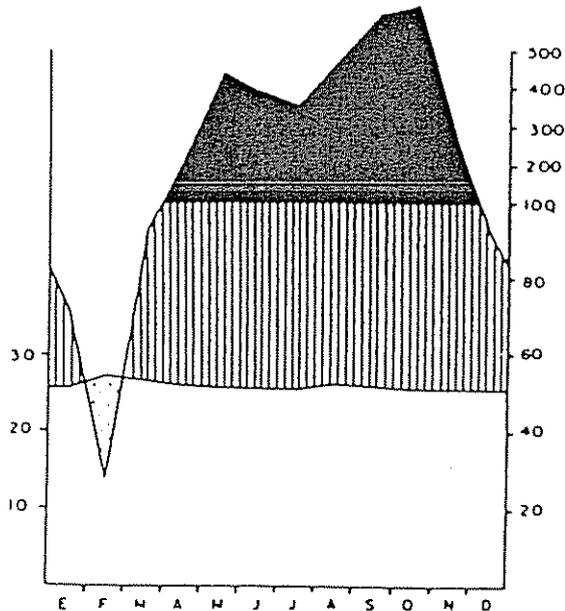


Clave para los diagramas climáticos: en las abscisas, meses; en las ordenadas una división de 10 °C = 20 mm de lluvia.

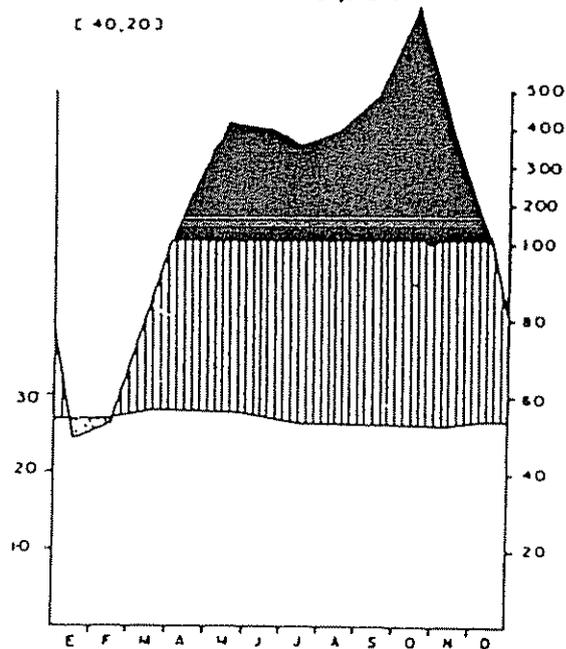
- (a) = localidad
- (b) = Altura sobre el nivel del mar en metros.
- (c) = Número de años de observaciones (la primera cifra se refiere a la precipitación, la segunda años de observacion de la temperatura.
- (d) = Temperatura media anual en °C.
- (e) = Precipitación media anual en mm.
- (f) = Curva de la temperatura media mensual.
- (g) = Curva de la precipitación media anual.
- (h) = Período de déficit hidrico.
- (i) = Período relativamente húmedo.
- (j) = Período relativamente muy húmedo.

Anexo 1. Continuación

BAJO DEL CEIBO LAT 9°11' LONG 83°21'
(300m)
[9,1]

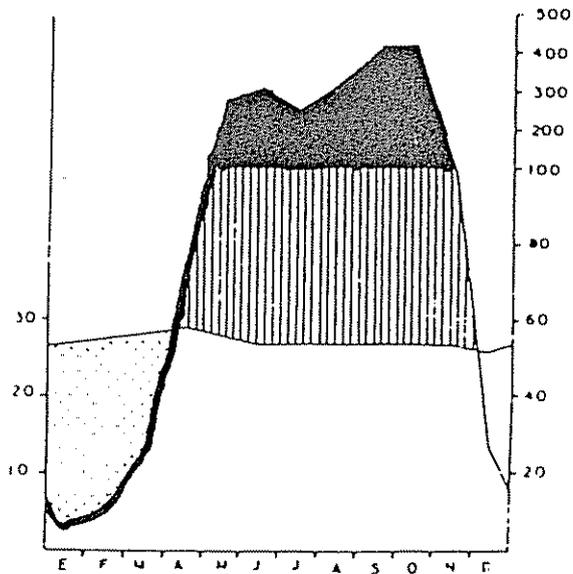


PALMAR NORTE LAT 08°58' LONG 83°27'
(20m)
[40,20]



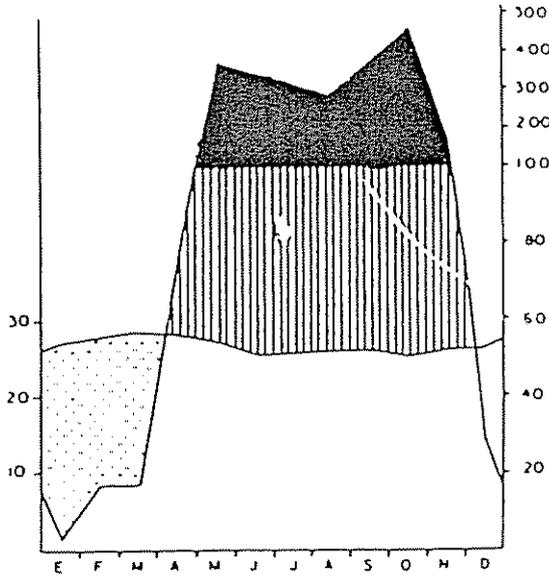
NICOYA
(120m)
[30,10]

27,0° 2223



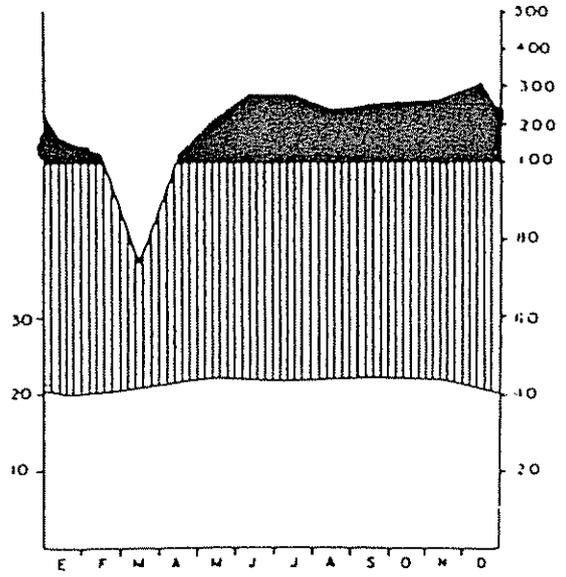
OROTIMA
(224m)
(19)

LAT 9°55' N LONG 84°31'
26.6 2496



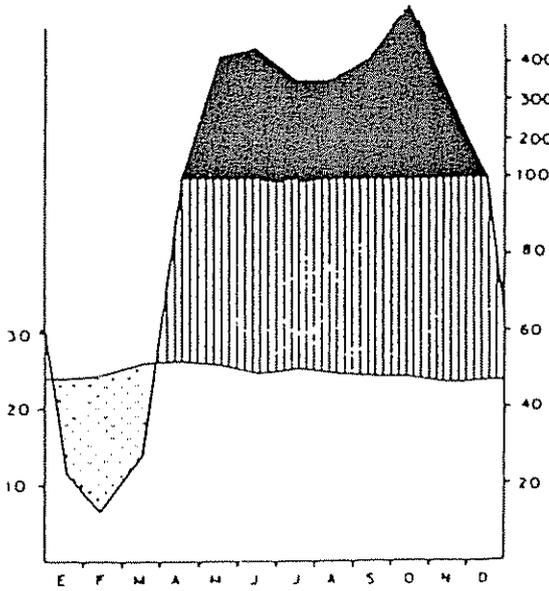
CATIE TURRIALBA
(602m)
(18,37)

LAT 9°53' N LONG 83°33' O
21,3 °C 602



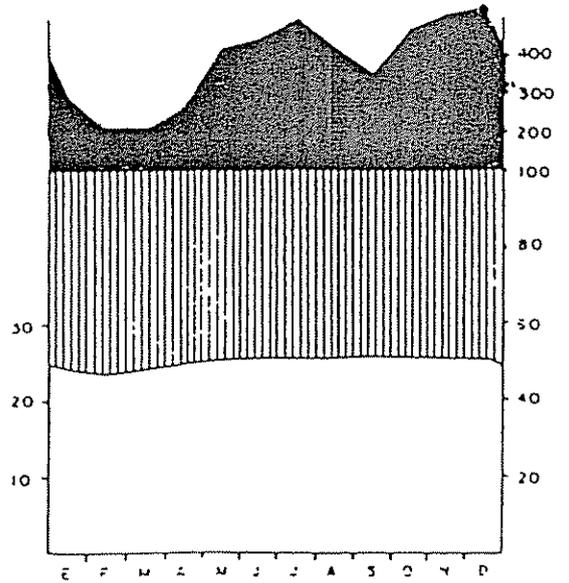
LA GLORIA PURISCAL
(360m)
(14)

LAT 9°58' N LONG 84°37' O
24,6° 3193



DIAMANTES
(200m)
C

LAT 10°13' N LONG 83°46'
24,7° 4526



Anexo 1. Continuación

5

ESTACION: ESPARZA	LAT 9 59 LONG 84 39 ELEV 209 24 AÑOS												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU
PREC MEDIA	7.	6.	2.	53.	280.	311.	315.	339.	372.	442.	162.	32.	2320.
PREC. MAX	71.	37.	17.	178.	619.	599.	552.	1201.	728.	1029.	370.	103.	4033.
PREC. MIN	0.	0.	0.	0.	67.	57.	133.	162.	158.	132.	0.	0.	1580.
PROB. 75%	0.	0.	0.	12.	178.	224.	245.	221.	284.	287.	47.	2.	1998.
PROB. 50%	1.	1.	0.	33.	257.	296.	305.	313.	359.	408.	112.	12.	2290.
TEMP MEDIA	26.3	27.3	28.8	28.7	26.7	26.7	25.9	25.7	25.8	25.3	25.3	25.7	26.5
HUM. MEDIA	74.	68.	68.	72.	78.	84.	85.	85.	89.	87.	83.	77.	79.
ETP POT.	148.	155.	189.	182.	168.	148.	149.	150.	133.	134.	129.	138.	124.
DEF. DE ET	148.	155.	189.	170.	-10.	-76.	-96.	-71.	-151.	-153.	82.	36.	-174.
HAI	.00	.00	.00	.06	1.06	1.51	1.64	1.47	2.13	2.14	.36	.01	1.10

ESTACION: OROTINA	LAT 9 55 LONG 84 31 ELEV 224 19 AÑOS												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU
PREC MEDIA	3.	17.	17.	7.	368.	348.	323.	295.	372.	467.	181.	29.	2496.
PREC. MAX	18.	76.	85.	154.	700.	484.	576.	472.	781.	939.	422.	129.	3294.
PREC. MIN	0.	0.	0.	0.	115.	208.	129.	151.	121.	249.	27.	0.	1900.
PROB. 75%	0.	0.	0.	5.	244.	290.	231.	229.	278.	351.	107.	0.	2224.
PROB. 50%	0.	1.	1.	22.	342.	341.	307.	286.	357.	449.	163.	5.	2476.
TEMP MEDIA	27.2	27.5	28.4	28.3	27.1	25.6	25.4	25.0	25.8	25.5	25.9	26.1	26.6
HUM. MEDIA	77.	72.	73.	74.	91.	84.	84.	85.	87.	84.	84.	91.	90.
ETP POT.	147.	151.	180.	177.	164.	145.	150.	151.	139.	142.	129.	133.	1806.
DEF. DE ET	147.	150.	180.	173.	-80.	-146.	-82.	-79.	-139.	-208.	21.	133.	-418.
HAI	.00	.00	.00	.03	1.49	2.01	1.55	1.51	2.00	2.46	.83	.00	1.23

ESTACION: PARRITA	LAT 9 32 LONG 84 20 ELEV 5 19 AÑOS												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU
PREC MEDIA	23.	14.	27.	121.	428.	445.	365.	359.	418.	555.	310.	128.	3133.
PREC. MAX	60.	68.	94.	368.	1040.	795.	588.	617.	747.	996.	544.	326.	4908.
PREC. MIN	0.	0.	0.	29.	198.	190.	203.	15.	258.	15.	143.	33.	2129.
PROB. 75%	3.	1.	1.	62.	292.	306.	294.	198.	339.	270.	225.	71.	2725.
PROB. 50%	12.	5.	7.	104.	401.	418.	356.	315.	408.	467.	295.	113.	3147.
TEMP MEDIA	26.1	26.6	27.7	28.3	27.7	26.6	27.2	26.6	26.1	26.1	25.5	25.5	26.7
HUM. MEDIA	78.	76.	77.	77.	86.	87.	87.	88.	89.	89.	86.	85.	84.
ETP POT.	142.	142.	171.	172.	153.	140.	148.	145.	134.	132.	124.	125.	1727.
DEF. DE ET	139.	142.	170.	109.	-139.	-167.	-146.	-53.	-205.	-138.	-101.	53.	-998.
HAI	.02	.00	.00	.36	1.91	2.19	1.99	1.37	2.52	2.05	1.82	.57	1.58

Anexo I (Continuación)

ESTACION: LOS DIAMANTES

LAT 10 13 LONG 93 46 ELEV 240 24 A1

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU
PREC MEDIA	312.	222.	201.	260.	432.	419.	470.	378.	348.	445.	429.	504.	4491.
PREC. MAX	582.	754.	531.	702.	683.	685.	529.	774.	658.	725.	1056.	1429.	6874.
PREC. MIN	70.	27.	26.	65.	229.	223.	243.	222.	132.	240.	231.	4.	2625.
PROB. 75%	206.	107.	114.	141.	342.	339.	361.	294.	249.	364.	342.	239.	3905.
PROB. 50%	250.	107.	178.	227.	420.	409.	454.	366.	331.	435.	460.	421.	4440.
TEMP MEDIA	24.5	25.0	26.1	26.7	26.1	25.0	25.6	25.0	24.5	24.5	23.9	23.9	25.1
HUM. MEDIA	90.	87.	85.	87.	91.	91.	93.	92.	91.	91.	91.	92.	91.
ETP POT.	111.	117.	147.	144.	133.	124.	122.	126.	123.	120.	106.	101.	1473.
DEF. DE ET	-94.	9.	33.	3.	-210.	-215.	-239.	-167.	-126.	-264.	-235.	-130.	-2432.
MAI	1.85	.92	.77	.98	2.58	2.74	2.95	2.33	2.03	3.04	3.23	2.36	2.65

ESTACION: PALMAR SUR

LAT 8 57 LONG 93 20 ELEV 16 33 ANOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU
PREC MEDIA	50.	50.	80.	228.	407.	418.	391.	407.	465.	704.	357.	110.	3676.
PREC. MAX	166.	165.	218.	370.	679.	681.	750.	735.	682.	1424.	314.	515.	4953.
PREC. MIN	3.	0.	0.	63.	125.	194.	174.	137.	265.	134.	127.	7.	2566.
PROB. 75%	17.	6.	29.	162.	302.	323.	297.	313.	415.	503.	363.	30.	3276.
PROB. 50%	37.	25.	60.	215.	390.	404.	369.	393.	479.	670.	342.	83.	3647.
TEMP MEDIA	26.1	26.6	27.8	28.3	27.9	26.6	27.2	26.6	26.1	26.1	25.5	25.5	26.7
HUM. MEDIA	78.	75.	76.	76.	85.	87.	87.	88.	89.	89.	86.	85.	83.
ETP POT.	143.	145.	173.	173.	156.	139.	147.	144.	135.	132.	125.	126.	1759.
DEF. DE ET	126.	138.	144.	11.	-146.	-184.	-150.	-169.	-231.	-375.	-138.	97.	-1537.
MAI	.12	.04	.17	.94	1.94	2.32	2.02	2.17	3.03	3.84	2.10	.31	1.89

ESTACION: NICOYA

LAT 10 9 LONG 95 27 ELEV 120 24 ANOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU
PREC MEDIA	6.	11.	26.	62.	236.	322.	274.	325.	402.	445.	119.	25.	2305.
PREC. MAX	34.	58.	140.	193.	742.	543.	591.	577.	698.	1014.	354.	124.	3112.
PREC. MIN	0.	0.	0.	0.	55.	119.	103.	151.	201.	199.	16.	0.	1576.
PROB. 75%	0.	0.	0.	9.	174.	235.	174.	245.	323.	306.	67.	0.	3006.
PROB. 50%	0.	1.	5.	32.	259.	307.	252.	313.	392.	413.	105.	4.	2279.
TEMP MEDIA	26.0	27.1	28.4	28.9	27.8	27.9	27.1	27.6	27.0	26.3	26.3	26.2	27.2
HUM. MEDIA	68.	61.	58.	65.	79.	84.	76.	76.	82.	85.	83.	74.	74.
ETP POT.	154.	162.	201.	193.	173.	153.	173.	177.	155.	142.	131.	144.	1957.
DEF. DE ET	154.	162.	201.	165.	-2.	-82.	-2.	-69.	-168.	-164.	64.	144.	-42.
MAI	.00	.00	.00	.04	1.01	1.54	1.01	1.39	2.00	2.15	.51	.00	1.03

ESTACION: GUACIMO

LAT 10 13 LONG 93 40 ELEV 90 9 ANOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU
PREC MEDIA	257.	159.	159.	180.	287.	291.	386.	252.	220.	262.	332.	340.	3125.
PREC. MAX	432.	279.	356.	377.	482.	509.	761.	615.	472.	404.	735.	542.	3941.
PREC. MIN	143.	38.	71.	35.	104.	53.	6.	76.	48.	18.	52.	83.	1712.
PROB. 75%	199.	77.	103.	93.	194.	157.	142.	139.	115.	133.	161.	222.	2649.
PROB. 50%	248.	133.	147.	155.	269.	254.	294.	221.	190.	224.	279.	315.	3077.
TEMP MEDIA	24.5	25.0	26.1	26.7	26.1	25.0	25.6	25.0	24.5	24.5	23.9	23.9	25.1
HUM. MEDIA	90.	87.	85.	87.	91.	91.	93.	92.	91.	91.	91.	92.	91.
ETP POT.	111.	117.	147.	144.	133.	124.	122.	126.	123.	120.	106.	101.	1473.
DEF. DE ET	-94.	40.	44.	51.	-62.	-34.	-19.	-13.	8.	-13.	-55.	-121.	-1175.
MAI	1.79	.66	.70	.65	1.46	1.27	1.16	1.10	.94	1.11	1.52	2.19	1.80

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
CATIE

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

ESTACION: CATIE

TURRIALBA, COSTA RICA

RESUMEN ACUMULADO DE DATOS AGROCLIMATICOS

Anexo 1 (Continuación)

Preparado por: Francisco Jiménez
 Alejander Salas

Mes	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACION (mm)			BRILLO SOLAR (hrs.)		RADIACION SOLAR		HUMEDAD RELATIVA (%)		EVAPORACION (mm)	
	Promedio	Max.	Min.	Media hora- ria	Absoluta	Prom. Mens.	Max. 24 hrs.	Prom. Dias con 0.1 mm o más	Mens. Promedio	Diario	Mensual cal/cm /mes	Diario cal/cm /dia	Prom. Diaria Mens.	Tanque A. Prom. Mens.	Prom. Diario
Enero	25.07	16.45	20.26	29.90	11.70	30.0	164.9	18.27	148.40	4.79	12397	399.9	87.0	87.5	2.82
Febrero	25.45	16.54	20.45	30.50	11.50	135.3	247.5	15.14	142.76	5.05	12261	433.7	86.1	91.7	3.25
Marzo	26.27	17.18	21.22	31.00	12.40	79.9	175.5	13.87	160.96	5.19	14738	475.4	85.0	118.9	3.83
Abril	26.90	18.08	21.87	31.50	13.20	125.9	287.9	15.06	154.79	5.16	13680	456.0	85.2	116.8	3.90
Mayo	27.63	18.83	22.46	31.60	14.20	226.9	76.4	23.06	151.55	5.07	14374	463.7	86.8	114.3	3.69
Junio	27.26	18.94	22.23	30.40	16.20	280.9	85.5	24.86	124.45	4.15	12317	410.7	88.8	91.1	3.04
Julio	26.59	18.58	21.81	31.50	15.10	278.0	114.9	25.37	116.74	3.76	11961	385.8	88.9	84.6	2.73
Agosto	26.80	18.55	21.84	30.00	15.70	247.6	126.7	25.14	131.47	4.24	12915	416.6	88.7	90.4	2.92
Setiembre	27.19	18.53	21.98	29.80	15.60	259.4	110.5	23.11	134.48	4.49	13251	441.8	88.3	98.1	3.27
Octubre	26.96	18.53	21.89	31.00	15.00	250.2	143.5	24.09	147.57	4.76	13445	433.7	88.6	99.4	3.21
Noviembre	25.93	18.20	21.37	32.00	13.70	274.3	150.3	22.43	128.73	4.29	11263	375.5	89.5	81.4	2.71
Diciembre	25.27	17.09	20.58	29.00	10.60	303.3	288.3	20.99	129.31	4.17	11176	360.5	88.4	78.0	2.52
TOTAL	317.32	215.49	257.96	368.20	105.0	2631.7	1971.9	251.39	1671.21	55.13	153784	5053.3	1051.3	1152.2	37.89
PROMEDIO	26.44	17.96	21.50	30.69	13.75	219.3	164.3	20.95	139.27	4.59	12815	421.1	87.6	96.0	3.16
Observaciones en el periodo:	Temperatura 1968-1986 (19 años) Radiación 1968-1986 (19 años) Precipitación 1949-1986 (38 años) Humedad R. 1968-1986 (19 años) Brillo solar 1968-1986 (19 años) Evaporación 1968-1986 (19 años)														
Estación Agrometeorológica	Lat. 9°53' N. Long. 83°38' Elevación: 607 msnm														

Anexo 2. Cálculo de los índices de sitio para pochote en 14 sitios de Costa Rica a una edad base de ocho años. Modelos de intercepto común y pendiente común.

INDICE DE SITIO (M)	COEFICIENTES DE REGRESION BASADO EN	
	INTERCEPTO COMUN	PENDIENTE COMUN
8.0	-6.125	5.585
10.0	-5.787	5.808
12.0	-5.512	5.990
14.0	-5.279	6.144
16.0	-5.077	6.278
18.0	-4.898	6.395

CALCULO DE LOS INDICES DE SITIO DE LOS DATOS ORIGINALES

VALOR DE K = 0.1990 COEFICIENTE B DE LA PENDIENTE COMUN = -5.3012
 COEFICIENTE A DEL INTERCEPTO COMUN = 6.1292

PARCELA CODIGO	EDAD (AÑOS)	HDOM (M)	INDICES DE SITIO BASADOS EN	
			INTERCEPTO COMUN	PENDIENTE COMUN
CREC104	3.34	7.9	15.115	15.380
CREC104	4.40	8.5	13.291	13.229
CREC104	5.33	10.2	13.705	13.697
CREC104	6.47	12.0	13.947	13.953
CREC104	7.63	13.0	13.440	13.437
CREC104	8.70	13.5	12.724	12.741
CREC104	10.14	14.1	11.915	11.996
CREC105	2.34	3.4	9.848	8.971
CREC105	3.93	5.2	9.381	8.848
CREC105	5.24	7.7	10.708	10.473
CREC105	5.66	7.8	10.232	10.017
CREC105	6.61	9.4	10.861	10.761
CREC105	7.67	11.0	11.347	11.328
CREC105	8.80	11.2	10.432	10.487
CREC105	9.99	13.0	11.069	11.175
CREC105	11.41	15.4	12.013	12.127
CREC106	3.71	9.2	16.006	16.404
CREC106	4.13	9.6	15.452	15.701
CREC106	6.14	12.5	15.038	15.108
CREC106	9.69	17.3	15.230	15.173
CREC303	1.36	3.6	15.200	15.837
CREC303	3.24	7.8	15.255	15.561
CREC303	4.23	9.4	14.943	15.106
CREC303	4.80	10.0	14.466	14.540
CREC303	5.99	14.7	17.815	18.087
CREC303	7.37	17.0	17.939	18.017
CREC303	9.32	18.0	16.283	16.202
CREC303	10.36	19.7	16.681	16.522
CREC304	1.35	5.2	19.808	23.106
CREC304	2.94	7.2	15.254	15.596
CREC304	4.20	13.3	20.351	21.461

Anexo 2. Continuación

CREC304	4.80	13.8	19.366	20.083
CREC304	5.97	14.3	17.398	17.642
CREC304	7.34	16.7	17.661	17.736
CREC304	7.93	17.3	17.393	17.400
CREC304	10.35	18.7	15.805	15.697
CREC479	21.98	17.9	8.691	9.453
CREC479	22.81	19.0	9.081	9.824
CREC479	23.55	19.2	8.975	9.752
CREC479	24.24	20.0	9.230	9.994
CREC479	26.52	20.5	8.876	9.746
CREC480	4.78	9.4	13.727	13.720
CREC480	5.78	11.1	14.017	14.032
CREC480	7.38	13.7	14.487	14.498
CREC486	4.83	7.0	10.430	10.128
CREC486	5.83	9.0	11.436	11.298
CREC481	1.84	3.2	11.282	10.537
CREC481	4.68	9.6	14.206	14.253
CREC481	5.08	9.7	13.538	13.514
CREC481	5.74	10.3	13.126	13.082
CREC481	6.11	12.3	14.856	14.917
CREC483	2.70	4.0	10.051	9.313
CREC483	4.37	6.7	10.819	10.488
CREC484	3.36	4.0	8.491	7.749
CREC484	4.36	5.6	9.251	8.788
CREC485	1.53	2.7	11.391	10.573
CREC485	3.27	5.6	11.484	11.082
CREC511	4.39	6.6	10.630	10.286
CREC511	5.54	7.5	10.020	9.780
CREC511	5.99	8.0	10.039	9.851
CREC511	7.19	8.7	9.460	9.383
CREC511	9.10	9.5	8.590	8.694
CREC511	10.03	10.5	8.826	9.001
CREC511	10.85	11.2	8.879	9.112
CREC511	11.47	12.0	9.152	9.416
CREC512	2.23	5.8	15.466	15.987
CREC512	2.89	7.5	15.947	16.475
CREC512	3.58	8.5	15.319	15.601
CREC512	4.31	9.7	15.155	15.343
CREC618	13.00	15.0	10.603	10.863
CREC618	16.00	18.0	11.150	11.460
CREC618	40.48	22.9	7.314	8.712

Anexo 2. Continuación

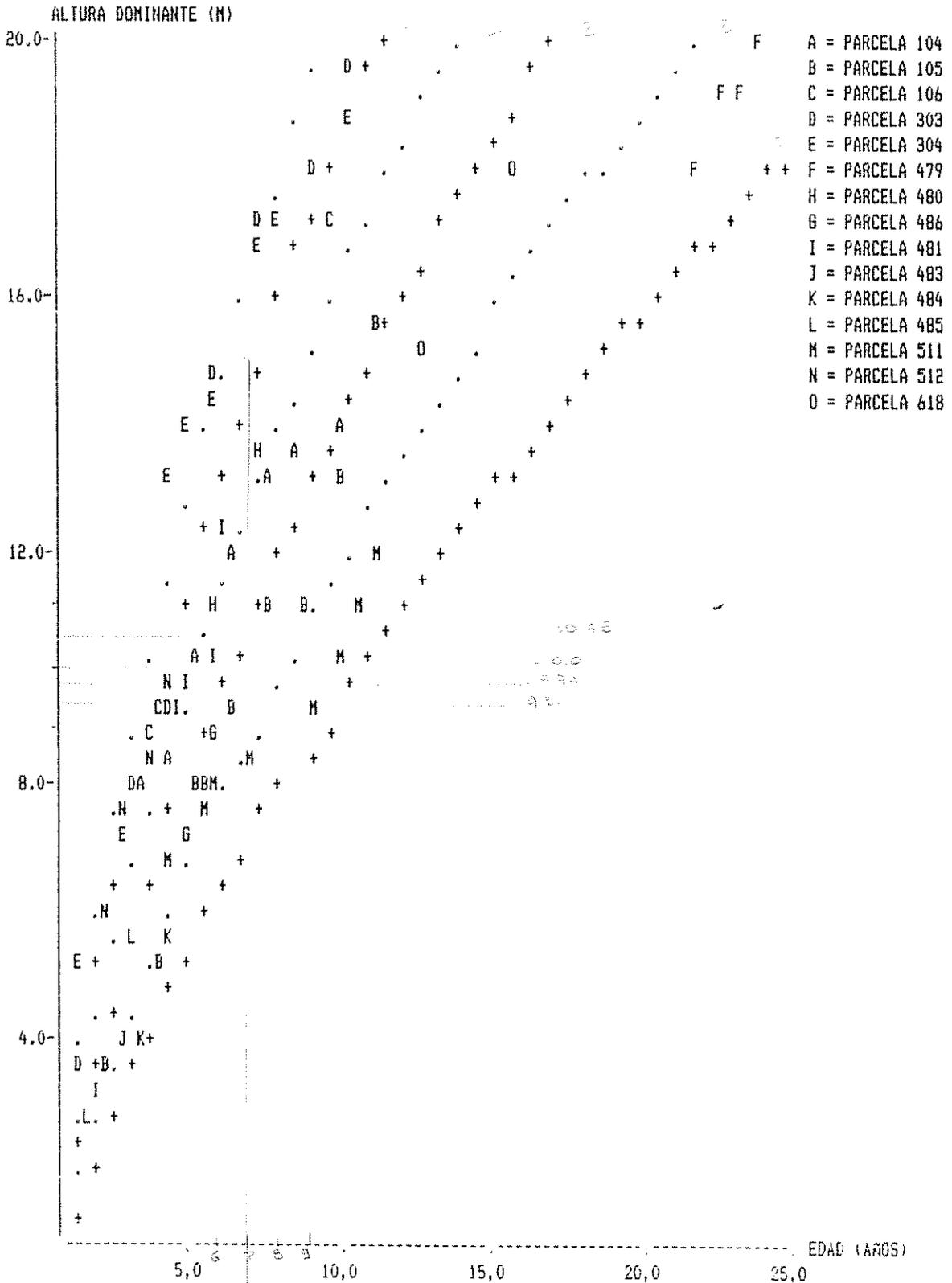


FIGURA 1A. CURVAS DE INDICES DE SITIO. MODELO DE INTERCEPTO COMUN. EDAD BASE 8 AÑOS.

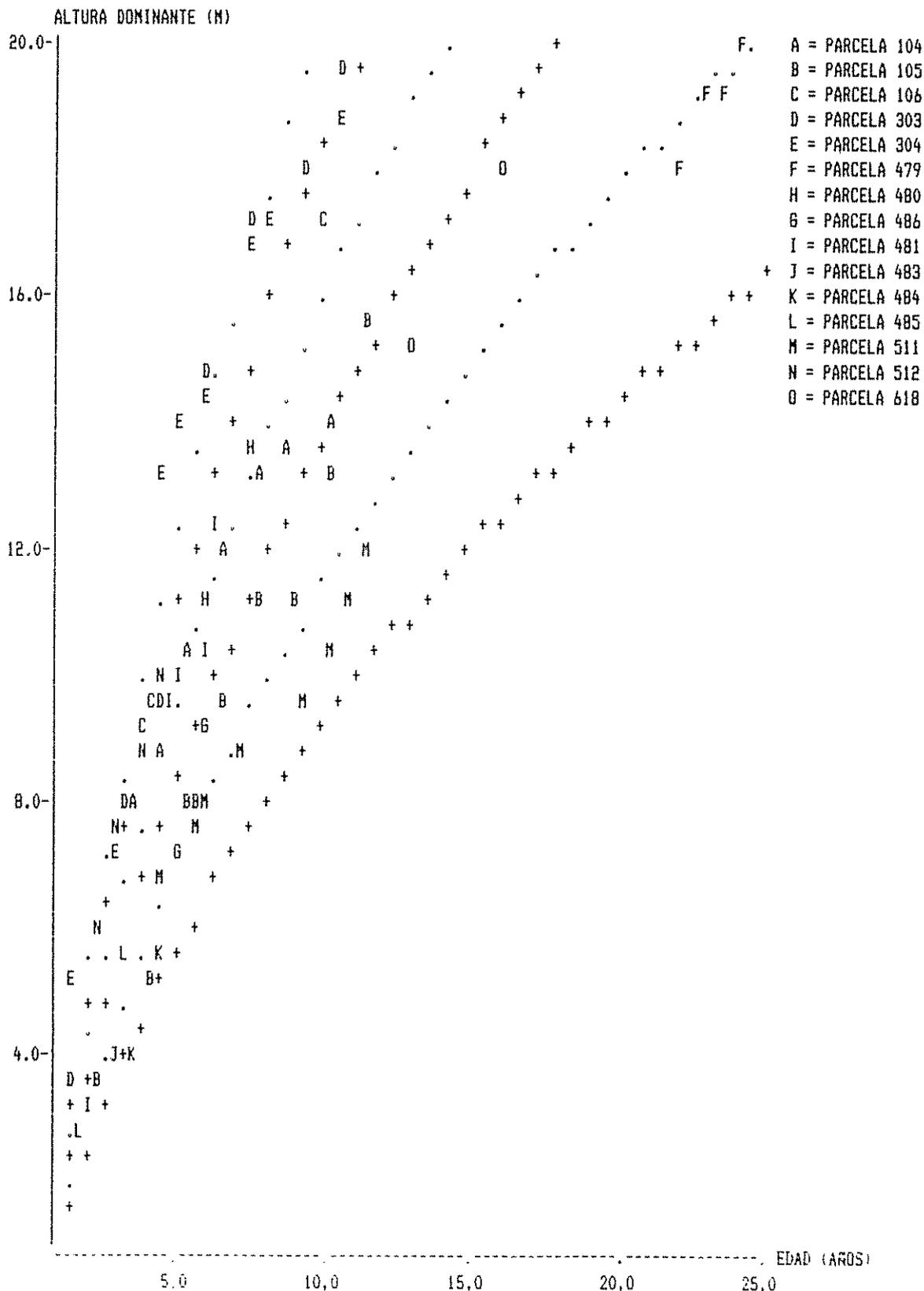


FIGURA 2A. CURVAS DE INDICES DE SITIO. MODELO DE PENDIENTE COMUN. EDAD BASE 8 AÑOS.

Anexo 3. Procedimiento de cálculo de los índices de sitio para pochote en 14 sitios de Costa Rica a una edad base de diez años. Modelos de intercepto común y pendiente común.

INDICE DE SITIO (M)	COEFICIENTES DE REGRESION BASADOS EN	
	INTERCEPTO COMUN	PENDIENTE COMUN
10.0	-6.050	5.655
12.0	-5.762	5.838
14.0	-5.518	5.992
16.0	-5.307	6.125
18.0	-5.121	6.243
20.0	-4.954	6.349

Cálculo de los índices de sitio de los datos originales

VALOR DE K = 0.1990 COEFICIENTE B DE LA PENDIENTE COMUN = -5.3012
 COEFICIENTE A DEL INTERCEPTO COMUN = 6.1292

PARCELA CODIGO	EDAD (AÑOS)	HDOM (M)	INDICES DE SITIO INTERCEPTO COMUN	BASADOS EN PENDIENTE COMUN
CREC104	3.34	7.9	17.530	17.909
CREC104	4.40	8.5	15.500	15.403
CREC104	5.33	10.2	15.962	15.949
CREC104	6.47	12.0	16.232	16.247
CREC104	7.63	13.0	15.668	15.646
CREC104	8.70	13.5	14.868	14.836
CREC104	10.14	14.1	13.963	13.968
CREC105	2.34	3.4	11.636	10.446
CREC105	3.93	5.2	11.108	10.303
CREC105	5.24	7.7	12.607	12.195
CREC105	5.66	7.8	12.070	11.663
CREC105	6.61	9.4	12.778	12.530
CREC105	7.67	11.0	13.324	13.190
CREC105	8.80	11.2	12.296	12.211
CREC105	9.99	13.0	13.013	13.012
CREC105	11.41	15.4	14.072	14.120
CREC106	3.71	9.2	18.518	19.101
CREC106	4.13	9.6	17.904	18.282
CREC106	6.14	12.5	17.444	17.592
CREC106	9.69	17.3	17.657	17.668
CREC303	1.36	3.6	17.624	18.440
CREC303	3.24	7.8	17.685	18.119
CREC303	4.23	9.4	17.339	17.589
CREC303	4.80	10.0	16.809	16.930
CREC303	5.99	14.7	20.514	21.060
CREC303	7.37	17.0	20.651	20.979
CREC303	9.32	18.0	18.824	18.866
CREC303	10.36	19.7	19.264	19.239
CREC304	1.35	5.2	22.705	26.904
CREC304	2.94	7.2	17.684	18.160
CREC304	4.20	13.3	23.300	24.989

CREC304	4.80	13.8	22.220	23.384
CREC304	5.97	14.3	20.055	20.542
CREC304	7.34	16.7	20.345	20.652
CREC304	7.93	17.3	20.049	20.260
CREC304	10.35	18.7	18.294	18.278
CREC479	21.98	17.9	10.324	11.007
CREC479	22.81	19.0	10.767	11.439
CREC479	23.55	19.2	10.647	11.355
CREC479	24.24	20.0	10.937	11.637
CREC479	26.52	20.5	10.534	11.348
CREC480	4.78	9.4	15.987	15.976
CREC480	5.78	11.1	16.310	16.339
CREC480	7.38	13.7	16.832	16.882
CREC486	4.83	7.0	12.293	11.793
CREC486	5.83	9.0	13.425	13.155
CREC481	1.84	3.2	13.251	12.269
CREC481	4.68	9.6	16.520	16.597
CREC481	5.08	9.7	15.777	15.736
CREC481	5.74	10.3	15.317	15.233
CREC481	6.11	12.3	17.243	17.369
CREC483	2.70	4.0	11.865	10.844
CREC483	4.37	6.7	12.731	12.212
CREC484	3.36	4.0	10.098	9.023
CREC484	4.36	5.6	10.960	10.232
CREC485	1.53	2.7	13.374	12.311
CREC485	3.27	5.6	13.479	12.904
CREC511	4.39	6.6	12.519	11.977
CREC511	5.54	7.5	11.830	11.388
CREC511	5.99	8.0	11.852	11.471
CREC511	7.19	8.7	11.197	10.926
CREC511	9.10	9.5	10.210	10.123
CREC511	10.03	10.5	10.478	10.481
CREC511	10.85	11.2	10.538	10.610
CREC511	11.47	12.0	10.848	10.964
CREC512	2.23	5.8	17.919	18.615
CREC512	2.89	7.5	18.452	19.183
CREC512	3.58	8.5	17.757	18.165
CREC512	4.31	9.7	17.575	17.866
CREC618	13.00	15.0	12.488	12.648
CREC618	16.00	18.0	13.104	13.344
CREC618	40.48	22.9	8.754	10.144

Anexo 3. Continuación

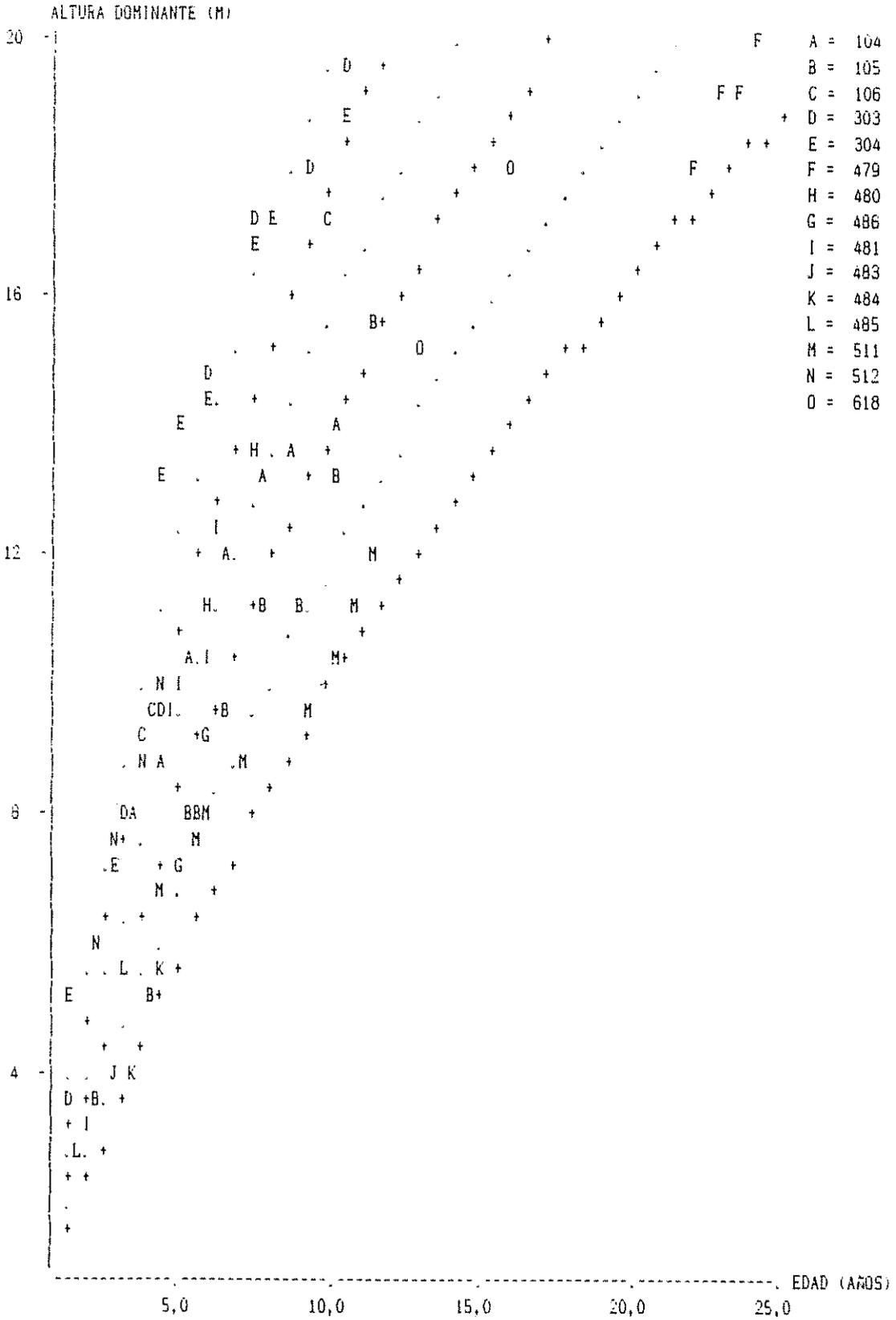


FIGURA 3A. CURVAS DE INDICE DE SITIO. MODELO DE INTERCEPTO COMUN. EDAD BASE 10 AÑOS.

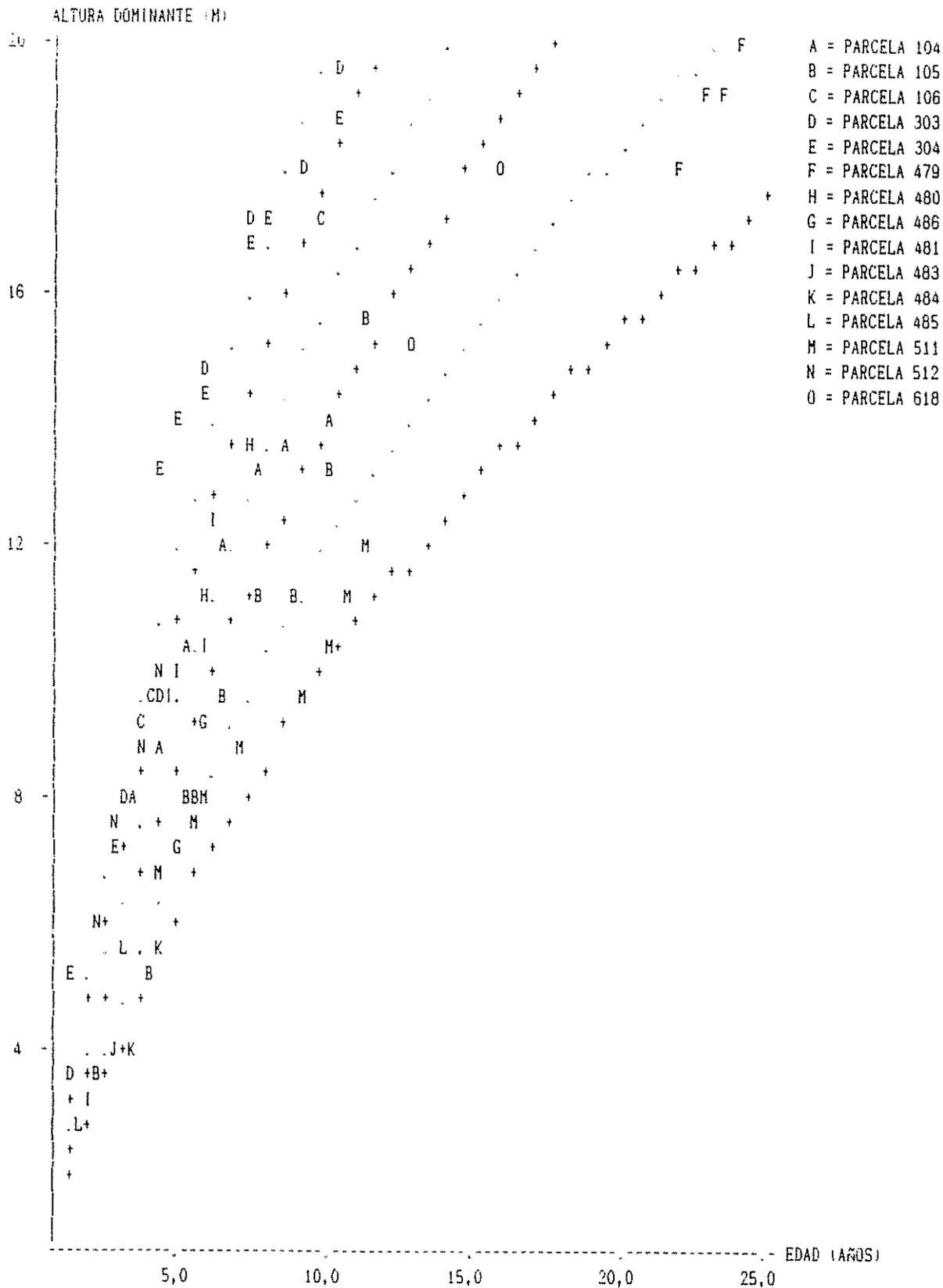


FIGURA 4A. CURVAS DE INDICE DE SITIO. MODELO DE PENDIENTE COMUN EDAD BASE 10 AÑOS.

Anexo 4. Descripción de los perfiles de suelo en los sitios estudiados. Costa Rica, 1986.

Perfil # 3 Sitio 104 Nombre del suelo
 Fecha: 10-86 Elevación: 240 msnm. Clasificación Typic
 Trophortent. Localización: Finca La Granja, Guápiles. Fisiografía:
 planicie Relieve: ondulado. Pendiente: 2 - 5% Vegetación:
 Pochote. Vegetación aledaña: pasto natural (Paspalum). Fertilidad
 aparente: moderada. Clima: údico. Mat. parental: aluviones.
 Drenaje: moderadamente bien drenado. Nivel freático: 0,5 m.
 Pedregosidad superficial: Clase 3 piedras de 15 a 30 cm de diámetro
 separadas de 75 a 160 cm. Erosión: laminar

Características del perfil

Ah 0 - 23 cm . Color en húmedo 10YR2.5/2 y en seco 10YR4/3. Textura Franca. Estructura granular y en bloques subangulares finos y medianos, débil. La consistencia es friable en húmedo, no plástico, no adhesivo. Poros finos, medianos y grandes en abundancia. Raíces finas y medianas frecuentes, grandes pocas.

C 23 cm a 100 cm. Capa endurecida con fragmentos de grava de 3 - 10 cm de diámetro subangulares y gravilla de 1- 3 cm de diámetro en cantidades superiores al 70 % por volumen.

Perfil # 2 Sitio 105 Nombre del suelo
 Fecha: 04-10-86 Elevación: 200 msnm. Clasificación: Typic
 Dystrandept. Localización: Finca Experimental Diamantes, Guápiles, Limón. Fisiografía: planicie Relieve: ondulado. Pendiente: 2 - 5%
 Vegetación Pochote. Vegetación aledaña: cultivos anuales y palmas.
 Fertilidad aparente: buena Clima: údico. Mat. parental: aluviones sedimentarios del Cuaternario. Drenaje: bien drenado. Nivel freático: no visible. Pedregosidad: Clase 1. Erosión: no

Características del perfil

Ah 0 - 9 cm. Color en húmedo 10YR3/2 y en seco 10YR3/3. Textura franca. Estructura granular y en bloques subangulares medianos y finos, débil, consistencia friable en húmedo no adhesivo y no plástico. Poros de todos abundantes. Raíces finas y medianas frecuentes.

Ac 9 - 23 cm. Color en húmedo 7.5YR3/4 y en seco 10YR3/3. Textura franco-limosa. Estructura granular y en bloques subangulares medianos finos, débil. Consistencia friable en húmedo no adhesivo y no plástico. Poros de todos abundantes. Raíces finas frecuentes, medianas pocas.

Ah(b) 23 - 52 cm. Color en húmedo 10YR3/2.5 y en seco 10YR5/4. Textura franca. Estructura en bloques subangulares, débil, mediana y fina. Consistencia friable no adhesivo y no plástico. Poros

Características del perfil.

- Ah 0 - 12 cm. Color en húmedo 10YR3/2 y en seco 10YR4/2. Textura franca. Estructura granular mediana y fina en bloques subangulares débil, mediana y fina. Consistencia friable no adhesivo y no plástico. Poros medianos frecuentes y finos abundantes. Raíces finas, medianas frecuentes. Límite claro plano.
- Bw 12 - 39 cm. Color en húmedo 7.5YR3/2 y en seco 10YR5/2. Textura franca. Estructura en bloques subangulares fuerte, mediana, fina, gruesa. Consistencia friable no adhesivo y no plástico. Poros finos frecuentes medianos y grandes abundantes. Raíces medianas y grandes pocas. Límite claro plano.
- C 39 - 59 cm. Color en húmedo 10YR3/3 y en seco 10YR5/3. Textura franco-arenosa. Sin estructura. Consistencia friable no adherente no plástico. Poros medianos grandes abundantes, finos frecuentes
- 2C1 59 - 85 cm. Color en húmedo 10YR2.5/0. Textura franco arenosa. Sin estructura. Consistencia friable no adhesivo, no plástico. Poros de todos abundantes. Límite abrupto plano.
- 2C2 85 - 110 cm. Color en húmedo 10YR3/4 en seco 10YR7/3. Textura Arenosa a franco arenosa. Sin estructura. Consistencia friable no adherente no plástico. Poros de todos.

Perfil # 14 Sitio 304 Nombre del suelo
 Fecha: 28-12-86. Elevación: 26 msnm. Clasificación: Fluventic
 Troporthent. Localización: Palmar Norte, Finca del Colegio
 Agropecuario. Fisiografía: planicie, llanura aluvial. Relieve:
 ondulado. Pendiente: 2 - 5% Vegetación: Pochote. Vegetación aledaña:
 cultivos y pastos. Fertilidad aparente: buena. Clima: údico. Mat.
 parental: aluviones. Drenaje: excelente. Nivel freático: no visible.
 Pedregosidad: superficial: no. Erosión: no.

Características del perfil.

- AC₁ 0 - 20 cm. Color en seco 10YR5/3. Textura arenosa-franca. Sin estructura. Sin consistencia. Poros de todos. Raíces medianas y grandes frecuentes. Límite claro plano.
- 2C 20 - 51. Color en seco 10YR7/4. Textura arenosa-franca. Sin estructura. Sin consistencia. Poros de todos. Raíces medianas y grandes frecuentes. Límite abrupto plano.
- Ah(b) 51 - 65 cm. Color en seco 10YR6/4. Textura franca. Sin estructura. Sin consistencia. Poros finos y medianos frecuentes. Raíces finas frecuentes. Límite abrupto plano.

3C 65 - 85 cm. Color en seco 10YR6/3. Textura arenosa-franca. Sin estructura. Sin consistencia. Poros de todos. Raíces gruesas pocas.

NOTA. C1 tiene más del 50 % de gravas de 1 - 8 cm de diámetro. 2C tiene más 35 % de fragmentos angulares y subangulares de 0,4 a 4 cm de diámetro. Ah(b) tiene gravilla fina menor de 0,8 cm de diámetro en un 10 % aproximadamente. 3C similar al 2C.

Perfil # 5 Sitio 479 Nombre del suelo
 Fecha: 08-11-86. Elevación: 500 msnm. Clasificación: Lithic eutropept. Localización: Juanilama de Esparza, Finca de Carlos Cedeño. Fisiografía: antiguas terrazas marinas fuertemente disectadas. Relieve colinado. Pendiente: 5 al 18% Vegetación Pochote Vegetación aladaña: cultivos y pastos
 Fertilidad aparente: buena. Clima: ústico
 Mat. parental: sedimentos marinos lutitas parcialmente descompuestas muy meteorizadas. Drenaje: bien drenado. Nivel freático: no visible. Pedregosidad superficial: no
 Erosión: no.

Características del perfil.

Ah 0 - 15 cm. Color en húmedo 7.5YR3/2 y en seco 10YR5/3. Textura Arcillosa. Estructura granular fuerte, mediana y fina. Friable adhesivo y plástico. Poros finos medianos grandes frecuentes. Raíces finas medianas, grandes^s frecuentes. Límite gradual plano.

Bw 15 - 26/33 cm. Color en húmedo 5YR3/4. Textura Arcillosa. Estructura en bloques subangulares fuerte, mediana, fina. Consistencia friable adhesivo y plástico. Poros finos muy frecuentes medianos abundantes. Raíces medianas gruesas frecuentes. Límite abrupto ondulado.

C 26/33 a 110 cm. Saprolita (más del 95 % de lutita fragmentada en estratos de color blancuzco moteados rojos por óxido de hierro.

NOTA. Este suelo presenta inclusiones de Typic Troporthent en suelos con Ah de menos de 25 cm de grosor. Este perfil es una inclusión en suelo dominante USTALF.

Perfil # 6 Sitio 479 Nombre del suelo Serie Aranjuez.
 Fecha: 08-11-86 Elevación: 208 msnm. Clasificación: Typic Haplustalf. Localización: Juanilama de Esparza, Finca de Carlos Cedeño. Fisiografía: antiguas terrazas marinas fuertemente disectadas. Relieve: colinado. Pendiente: 5 al 18 % Vegetación: Pochote. Vegetación: aladaña cultivos y pastos. Fertilidad aparente: buena. Clima: ústico. Mat. parental sedimentos marinos lutitas parcialmente descompuestas muy meteorizadas. Drenaje: bien drenado. Nivel freático: no visible. Pedregosidad superficial: gravillas. Erosión: laminar leve.

Características del perfil.

Ah 0 - 26 cm. Color en húmedo 5YR3/3 y en seco 7.5YR4/4. Textura arcillosa. Estructura granular y en bloques subangulares fuerte, mediana, fina. Adhesivo y plástico. Poros finos muy frecuentes, medianos y grandes frecuentes. Raíces de todas abundantes. Límite claro plano.

Bt 26 cm - 120 cm. Color en húmedo 2.5YR4/6 y en seco 5YR6/6. Textura arcillosa. Estructura granular y en bloques subangulares, fuerte, mediana y fina. Adherente y plástico. Con cutanes espesos discontinuos. Moteos débiles Manganeso. Poros finos, medianos grandes frecuentes. Raíces gruesas pocas.

Perfil # 15 Sitio 480 Nombre del suelo .
 Fecha: 07-11-86 Elevación: 120 msnm. Clasificación: Vertic
 ustropept. Localización: Dulce Nombre de Nicoya.
 Fisiografía: planicie del Cuaternario. Relieve: colinado
 Pendiente: 1 al 2 %. Vegetación: Pochote Vegetación: aldeaña
 cultivos y pasto Jaragua. Fertilidad aparente: buena Clima: ústico.
 Mat. parental: aluviones del Cuaternario. Drenaje: moderadamente bien
 drenado. Nivel freático: 1 m. Pedregosidad superficial: 0. Erosión:
 laminar leve.

Características del perfil.

Ah 0 - 10 cm. Color 7.5YR3/2 en seco. Textura franco-arcillosa. Estructura masiva, compactado, adhesivo, plástico. Raíces finas pocas. Poros muy finos frecuentes. Límite gradual plano.

AB 10 - 33 cm. Color 10YR2.5/0 en húmedo. Textura Arcillosa. Estructura en bloques subangulares moderada, mediana y fina; adhesivo y plástico. Raíces gruesas pocas. Poros de todos abundantes. Límite difuso plano.

Bw 33 - 66 cm. Color 10YR2.5/1 en húmedo. Textura arcillosa estructura, fuerte, mediana y fina; adhesivo y plástico. Raíces gruesas pocas. Poros finos y medianos frecuentes. Límite claro plano.

C 66 - 110 cm Color 10YR3/2 en húmedo. Textura arcillosa. Estructura masiva; masivo, plástico, adherente. Poros grandes pocas. Raíces gruesas pocas.

NOTA: Este suelo tiene características incipientes de vertisol.

Perfil # 8 Sitio 481.
 Fecha 07-11-86 Elevación 224 msnm. Clasificación: Typic Rhodustalf.
 Localización: Coopebarro, Turrubares.
 Fisiografía: antiguas terrazas marinas fuertemente disectadas. Relieve:

colinado. Pendiente: 10 al 12 % Vegetación Pochote Vegetación: aledaña cultivos y pastos. Fertilidad aparente: buena. Clima: ústico. Mat. parental: sedimentos marinos. Drenaje: moderadamente bien drenado. Nivel freático 1 m. Pedregosidad: superficial gravillas. Erosión: laminar leve.

Características del perfil.

Ah 0 - 17 cm. Color en húmedo 10YR3/2 y en seco 10YR4/2. Textura franco-arcillosa. Estructura granular y en bloques subangulares medianos finos frecuentes. Ligeramente adhesivo y plástico, friable. Poros finos muy frecuentes, medianos gruesos abundantes. Raíces finas, medianas, gruesas, frecuentes. Límite gradual plano.

AB 17 - 30 cm. Color en húmedo 5YR3/4 y en seco . Textura arcillosa. Estructura en bloques subangulares fuerte, mediana y fina. Adherente, plástico, friable. Poros medianos grandes abundantes, finos frecuentes. Límite gradual plano.

Bt 30 - 63 cm. Color en húmedo 2.5YR4/6. Textura arcillosa. Estructura en bloques subangulares fuerte, mediana, grande. Adhesivo, plástico, firme. Cutanes espesos continuos. Poros y raíces similares a AB. Límite claro plano.

BC 63 - 95 cm. Color en húmedo 2.5YR4/6 y 10YR6/2. Textura arcillosa. Estructura masiva, plástico, adherente, cutanes espesos continuos, y manganos claros netos de aproximadamente 1 cm de diámetro al 5%. Poros finos, medianos frecuentes y pocos

NOTA: El horizonte Ah y el AB poseen gravillas (0,5 cm - 5 cm) de diámetro en porcentaje aproximado al 5%.

Perfil # 18 Sitio 483 Nombre del suelo .
 Fecha 28-12-86 Elevación: 300 msnm. Clasificación: Typic Haplustalf.
 Localización: Buenos Aires de Sámara, Guanacaste.
 Fisiografía: Limonitas Relieve: Fuertemente socavado, pendientes máximas mayores de 30% moderada variación de elevaciones. Pendiente: 30 %
 Vegetación: Pochote Vegetación aledaña: cultivos y pastos.
 Fertilidad: aparente: buena: Clima ústico. Mat. parental: sedimentos marinos . Drenaje: moderadamente bien drenado. Nivel freático: 1 m. Pedregosidad: superficial gravillas. Erosión: laminar fuerte

Características del perfil.

Ah 0 - 17 cm. Color en seco 7.5YR4/3. Textura franco-arcillosa. Estructura granular moderada, fina, mediana; friable; primeros 10 cm compactados. Raíces finas frecuentes. Límite claro plano.

AB 17 - 49 cm. Color en seco 2.5YR3/6. Textura arcillosa. Estructura en bloques subangulares moderada. Consistencia friable, adhesivo, plástico. Raíces fina frecuentes. Límite gradual plano.

Bt 49 - 125 cm. Color en seco 10YR4/6. Textura arcillosa. Estructura en bloques subangulares moderada, mediana, fina; friable, adhesivo y plástico, con cutanes grandes espesos.

Perfil # 17 Sitio 484 Nombre del suelo .
 Fecha: 27-12-86 Elevación: 80 msnm. Clasificación: Fluventic Ustropept. Localización: Puerto Carrillo, Guanacaste.
 Fisiografía: terraza. Relieve: colinado. Pendiente: 2 al 5%.
 Vegetación: Pochote. Vegetación aledaña: cultivos y pastos.
 Fertilidad aparente: buena. Clima: ústico. Mat. parental: coluvio-aluvial con calizas. Drenaje: imperfectamente drenado. Nivel freático: 1 m. Pedregosidad superficial: no. Erosión: no

Características del perfil.

Ah 0 - 11 cm. Color en seco 10YR5/2. Textura arcillosa. Estructura en bloques subangulares moderada, fina y mediana. Poros de todos. Raíces finas pocas. Límite claro plano.

C 11 - 24 cm. Color en seco 10YR4/3. Textura arcillosa. Sin estructura, con gravilla de 0,5 - 1,8 cm de diámetro en un 7%. Poros de todos; raíces finas y medianas pocas. Límite abrupto plano.

Ah(b) 24 - 35 cm. Color en seco 7.5YR3/1. Textura arcillosa. Estructura en bloques subangulares fuerte, mediana y gruesa. Poros de todos. Raíces finas, medianas, pocas. Límite abrupto plano.

2Bw 35 - 83 cm. Color en seco 7.5YR4/4. Estructura en bloques subangulares moderada, mediana, fina. Poros de todos. Sin raíces. Límite claro plano.

C1 83 - 109 cm. Color en seco 10YR3/1.5.

C2 109 a + cm.

Perfil # 18 Sitio 485 Nombre del suelo .
 Fecha: 07-11-86 Elevación: 50 msnm. Clasificación: Typic Haplustalf.
 Localización: Pto Carrillo, Guanacaste, finca de Franklin Paniagua.
 Relieve: fuertemente socavado. Pendiente: 10 a 20 % Vegetación: Pochote. Vegetación aledaña: cultivos y pastos. Fertilidad aparente: buena. Clima: ústico. Mat. parental: sedimentos marinos. Drenaje: moderadamente bien drenado Nivel freático: 1 m. Pedregosidad: superficial gravillas. Erosión: laminar fuerte.

Características del perfil.

- An 0 - 12 cm. Color 10YR3/2 en seco. Textura franco-arcillosa a arcillosa. Estructura en bloques subangulares fuerte, mediana, gruesa. Raíces finas, gruesas, pocas. Límite claro plano.
- AB 12 - 36 cm. Color 5YR4/4 en seco. Textura arcillosa. Estructura en bloques subangulares fuerte, mediana, gruesa; adhesivo, plástico, friable. Raíces gruesas pocas. Límite abrupto plano.
- Bt 36 - 70 cm. Color 10YR5/4 en húmedo. Textura arcillosa. Estructura débil en bloques subangulares mediana y gruesa; adhesivo y plástico, friable. Raíces ; Límite;. Posee moteos de Manganeso al 5 % color 2.5YR6/8 grandes nítidos.

Perfil # 10 Sitio 511 Nombre del suelo .
 Fecha 07-11-86 Elevación: 360 msnm. Clasificación: Rhodic
 Tropohumult . Localización: La Gloria, Puriscal. Colegio
 Agropecuario. Fisiografía: pendiente convexa. Relieve: colinado.
 Pendiente: 30 al 40 %. Vegetación: Pochote. Vegetación aleña:
 cultivos y pastos. Fertilidad: aparente pobre. Clima: ústico. Mat.
 parental: sedimentario formación Lagarto y Terraba. Drenaje: bien
 drenado Nivel freático: no visible. Pedregosidad superficial: no.
 Erosión: laminar fuerte .

Características del perfil.

- Ah 0 - 11 cm. Color en húmedo 2.5YR3/5 y en seco 5YR4/4. Textura franco-arcillosa. Estructura granular y en bloques subangulares fuerte, mediana y fina; ligeramente adhesivo, plástico. Poros de todos abundantes. Raíces de todas frecuentes. Límite gradual plano.
- AB 11 - 33 cm. Color en húmedo 2.5YR3.5/6 y en seco 2.5YR4/6. Textura franco arcillosa. Estructura granular y en bloques subangulares fuerte, mediana y fina; ligeramente adhesivo, plástico muy friable. Contiene cutanes débiles discontinuos. Poros de todos abundantes, raíces medianas, gruesas frecuentes. Límite gradual plano.
- Bt 33 - 105 cm. Color en húmedo 2.5YR3.5/8 y en seco 2.5YR4/6. Textura arcillosa. Estructura en bloques subangulares fuerte, mediana, grues y fina; muy friable adhesivo y plástico. Cutanes espesos continuos. Poros finos y muy finos frecuente, medianos y grandes abundantes.

Perfil # 9 Sitio 512 Nombre del suelo .
 Fecha: 07-11-86 Elevación: 5 msnm. Clasificación: Typic Ustropept.
 Localización: Esterillos, Puntarenas. Relieve: colinado. Pendiente: 10
 al 12 %. Vegetación: Pochote Vegetación aleña: cultivos y pastos.

Fertilidad aparente: buena. Clima: ústico. Mat. parental: sedimentos coluvio-aluviales. Drenaje: moderadamente bien drenado. Nivel freático: 1 m. Pedregosidad superficial: gravillas. Erosión: laminar leve.

Características del perfil.

- Ah 0 - 15 cm. Color en húmedo 10YR3/2 y en seco 10YR5/3. Textura franco-arcillosa. Estructura masiva compactada por ganado, adhesivo y plástico, firme. Poros muy finos medianos abundantes. Límite claro, variable. Raíces medianas, gruesas no hay finas. Este horizonte posee de 5 a 10 % de grava por volumen.
- Bw 15 - 53 cm. Color en húmedo 7.5YR3/4 y en seco 10YR5/2. Textura arcillosa. Estructura en bloques subangulares moderada, fina, mediana y gruesa, friable, adhesivo y plástico. Poros de todos abundantes. Límite claro variable.
- C 53 - 79 cm. Color en húmedo 10YR4/3. Textura arcillosa. Sin estructura. Posee más del 70 % por volumen de gravas y gravillas de 0,5 a 4 cm de diámetro de forma irregular, influencia de arcillas 2:1.
- 2C 79 a + no se interpretó.

Perfil # 4 Sitio CATIE 618 Nombre del suelo .
 Fecha: 05-10-86 Elevación: 570 msnm. Clasificación: Typic Humitropept.
 Localización: Bajo Chino, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
 Fisiografía: pendiente convexa. Relieve: colinado
 Pendiente: 5 al 10 %. Vegetación: Pochote. Vegetación: aldeaña
Cedrela odorata y Cordia alliodora. Fertilidad aparente: buena. Clima: perudico. Mat. parental: aluviones del cuaternario. Drenaje: bien drenado. Nivel freático: no visible. Pedregosidad superficial: clase 2. Erosión: laminar fuerte .

Características del perfil.

- Ah 0 - 14/27 cm. Color en húmedo 7.5YR3/3. Textura franco-arenosa. Estructura granular y en bloques subangulares débil. Consistencia friable, no adhesivo, no plástico. Poros de todos abundantes. Raíces medianas y gruesas frecuentes. Límite ondulado claro. Contiene gravillas finas de 1 a 2 cm de diámetro de forma subangular aproximadamente al 3%.
- C 14/27 - 50 cm. Color en húmedo 10YR3/2. Textura franco-arenosa. Sin estructura. Poros de todos abundantes. Raíces medianas, grandes, frecuentes. Límite abrupto plano. Contiene más de 75 % de piedras por volumen que van desde 3 a 10 cm de diámetro de forma subangular.

Ah(b) 50 - 66 cm. Color en húmedo 10YR2.5/1. Textura franco-arenosa. Estructura en bloques subangulares moderada, fina y mediana, friable no adhesivo y no plástico. Poros de todos abundantes. Raíces finas, medianas, gruesas pocas. Límite abrupto plano. Contiene fragmentos subangulares de 1 a 3 cm. de diámetro en un 5 a 7 % por volumen.

Bw 66 - 110 cm. Color en húmedo 5YR3/4. Textura arcillosa. Estructura en bloques subangulares moderada, mediana y gruesa; friable, adhesivo y plástico. Poros finos muy finos frecuentes, medianos y gruesos pocos. Límite abrupto plano.

Anexo 5. Clasificación taxonómica de los suelos y explicación de los órdenes, subórdenes, grandes grupos y subgrupos de los sitios en estudio.

El sitio 104 La Granja se clasifica taxonómicamente como Typic Troorthent familia franca, mezclada, isohipertérmica.

Orden: Entisol (el suelo en el sitio no tiene desarrollo genético de epipedones o endopedones).

Suborden: Orthents (son Entisoles que tienen un contacto lítico o paralítico que está a menos de 25 cm de la superficie o tienen un tamaño de partículas que es franco o fina en algún horizonte abajo del horizonte Ap luego de los 25 cm. 2. No tiene fragmentos de horizontes diagnósticos que puedan ser identificados 3. Tienen pendiente mayor al 25 % o tienen un contenido de Carbono orgánico que decrece regularmente con el incremento de la profundidad.

El suelo en el sitio 104 tiene un contacto lítico a 23 cm de la superficie.

Gran Grupo: Troorthents (Orthents con un régimen de humedad údico y las temperaturas del suelo en verano e invierno a una profundidad de 50 cm difieren en menos de 5 °C.

Subgrupo: Typic Troorthent (es un suelo modal del gran grupo).

El sitio 105 Diamantes se clasifica taxonómicamente como Typic Dystrandept familia franca fina, mezclada, isohipertermica.

Orden: Inceptisoles (suelos que presentan un epipedón úmbrico u ócrico y un endopedón cámbico).

Suborden: Adept (inceptisol con densidad aparente inferior a 0,85 g/cc).

Gran Grupo: Dystrandept (Andepts con menos del 50 % de saturación de bases).

Orden: Inceptisol (suelo que presenta un epipedón ócrico y un endopedón cámbico).

Subgrupo: Typic Dystrandept (Suelo modal del gran grupo)

El sitio 106 La Rosalía se clasifica taxonómicamente como Fluventic Humitropept familia franca, mezclada, isohipertermica.

Orden: Inceptisoles (suelos que presentan un epipedón úmbrico u ócrico y un endopedón cámbico).

Suborden: Tropept (son inceptisoles con un régimen de temperatura isohipertermico).

Gran Grupo: Humitropept (son tropepts que tienen más de 12 Kg de carbón orgánico por metro cuadrado, hasta un metro de profundidad y tienen menos del 50 % de saturación de bases. Este sitio posee hasta los 51 cm de profundidad 24,419 g de carbono orgánico por metro cuadrado.

Subgrupo: Fluventic Humitropept (son Humitropepts que presentan un decrecimiento irregular en profundidad del contenido de M.O. y también tienen pendientes inferiores al 25 %.

El sitio 303 Bajo del Ceibo se clasifica taxonómicamente como Fluventic Humitropept familia franca, mezclada, isohipertermica.

Orden: Inceptisoles (suelos que presentan un epipedón úmbrico u ócrico y un endopedón cámbico).

Suborden: Tropept (son inceptisoles con un régimen de temperatura isohipertermico).

Gran Grupo: Humitropept (son tropepts que tienen más de 12 Kg de carbón orgánico por metro cuadrado, hasta un metro de profundidad y tienen menos del 50 % de saturación de bases. Este sitio posee hasta los 59 cm de profundidad 14,09 g de carbono orgánico por metro cuadrado.

Subgrupo: Fluventic Humitropept (son Humitropepts que presentan un decrecimiento irregular en profundidad del contenido de M.O. y también tienen pendientes inferiores al 25 %.

El sitio 304 Palmar Norte se clasifica taxonómicamente como Fluventic Troporthent familia franca , mezclada, isohipertermica.

Orden: Entisoles (suelos que no tienen desarrollo genético de epipedones o endopedones).

Suborden: Orthents (son Entisoles que tienen un contacto litico o paralítico que está a menos de 25 cm de la superficie o tienen un tamaño de partículas que es franco o fina en algún horizonte abajo del horizonte Ap luego de 25 cm. No tiene fragmentos de horizontes diagnósticos que puedan ser identificados . El sitio 304 tiene un contacto paralítico a 20 cm de la superficie.

Gran Grupo: Troporthents (Orthents con un régimen de humedad údico y las temperaturas del suelo en verano e invierno a una profundidad de 50 cm difieren en menos de 5 °C.

Subgrupo: Fluventic Troporthent (son suelos que presentan un decrecimiento irregular en profundidad del contenido de M.O. y también tienen pendientes inferiores al 25%).

El sitio 480 Dulce Nombre de Nicoya se clasifica como Vertic Ustropept familia arcillosa fina, montmorillonitica, isohipertermica.

Orden: Inceptisol (suelo de incipiente desarrollo morfogenético, que presenta un epipedón úmbrico de 0 a 10 cm y un horizonte cámbico de 33 a 66 cm).

Suborden: Tropept (Son Inceptisoles que presentan un régimen de temperatura isohipertérmico).

Gran Grupo: Ustropept (Son Tropepts que tienen más de 50 % de saturación de bases y régimen de humedad ústico, es decir que se secan por más de tres meses al año). El sitio 480 tiene 78,1 % de saturación de bases y régimen de humedad ústico.

Subgrupo: Vertic Ustropept (Son Ustropept que presentan características asociadas a los vertisoles, como agrietamiento, texturas finas y alta adhesividad en mojado).

El sitio 479 en Juanilama de Esparza se clasifica taxonómicamente de dos maneras debido a la presencia de dos suelos, uno dominante característico de la serie de suelos dominante en la zona que es la serie Aranjuez Typic Haplustalf, familia arcillosa, mezclada, isohipertérmico, y la otra con el suelo asociado Lithic Eutropept familia franca fina mezclada, isohipertermico que se describe seguidamente.

Orden: Inceptisol (presenta un epipedón úmbrico de 0 a 15 cm sobre un endopedón cámbico de 15 a 26/33cm).

Suborden: Tropept (son Inceptisoles con un régimen de temperatura isohipertermico).

Gran Grupo: Eutropept (son Tropepts que tienen un porcentaje de saturación de bases superior al 50 %).

Subgrupo: Lithic Eutropept (son Eutropets que presentan un contacto lítico en los primeros 50 cm de profundidad. El suelo en el sitio presenta un contacto lítico a 26/33 cm de profundidad.

El sitio 484 de Pto. Carrillo se clasifica taxonómicamente como Fluventic Ustropept familia arcillosa fina, isohipertermica.

Orden Inceptisol (suelo de incipiente desarrollo morfogenético, que presenta un epipedón ócrico de 0 a 12 cm y un horizonte cámbico de 36 a 70 cm).

Suborden Tropept (Son Inceptisoles que presentan un régimen de temperatura isohipertérmico).

Gran Grupo: Ustropept (Son Tropepts que tienen más de 50 % de saturación de bases y régimen de humedad ústico, es decir que se secan por más de tres meses al año). El sitio 484 posee un 80,6 % de saturación de bases y un régimen de humedad ústico.

Subgrupo: Fluventic ustropept (son suelos que presentan un decrecimiento irregular en profundidad del contenido de M.O. y también tienen pendientes inferiores al 25% ya que son depósitos aluviales. El suelo en el sitio 484 tiene pendiente de 5 % , es producto de depósitos aluviales y tiene un decrecimiento irregular en el contenido de materia orgánica.

El sitio 483 Buenos Aires de Sámara, 485 Paniagua y el sitio 479 perfil 6, se clasifican taxonomicamente como Typic Haplustalf familia arcillosa fina, caolínica, isohipertermica.

Orden Alfisol: suelos que presentan un horizonte argílico (Bt ver descripción de los perfiles) con más del 35 % de saturación de bases.

Suborden: Ustalf (son Alfisoles con un régimen de humedad ústico, es decir permanecen más de tres meses al año secos).

Gran grupo: Haplustalf (son Ustalf que no presentan sustratos endurecidos o compactos que impiden la penetración de aire, agua o raíces como Duripan, horizonte petrocálcico, plintita, etc.

Subgrupo: Typic Haplustalf (son suelos profundos que no se agrietan y modales del Gran Grupo).

El sitio 481 Coopebarro de Turrubares se clasifica taxonómicamente como Typic Rhodustalf, familia franca fina, mezclada, isohipertermica.

Orden Alfisol (suelos que presentan un horizonte argílico con más del 35 % de saturación de bases). El suelo en el sitio presenta un horizonte argílico de 30 a 63 cm con 49,6 % de saturación de bases.

Suborden: Ustalf (son Alfisoles con un régimen de humedad ústico, es decir permanecen secos más de tres meses al año).

Gran Grupo: Rhodustalf (son Ustalfs que tienen un horizonte argílico que tiene un Hue más rojo que 5 YR, un value en húmedo menor que 4 y en seco no más que 1 unidad mayor que en húmedo. No tienen horizonte nátrico, ni Duripan, ni horizonte Petrócalcico. No tiene plintita. El horizonte argílico tiene CIC de 24 o más meq/100 gr de arcilla (NH_4OAc) y la retención de cationes de NH_4Cl es de 12 o más meq/100gr de arcilla en la mayor parte del horizonte argílico. No tiene horizonte cálcico. El suelo en el sitio posee un horizonte argílico con 51,1 meq/100gr (NH_4OAc) y la retención de cationes de NH_4Cl es de 12 meq/100gr de arcilla en la mayor parte del horizonte argílico. No tiene horizonte cálcico.

Subgrupo: Typic Rhodustalf (son Rhodustalf que presentan las características centrales del Gran Grupo).

El sitio 511 La Gloria de Puriscal se clasifica taxonómicamente como Typic Rhodostult familia arcillosa fina, mezclada, isohipertérmica.

Orden: Ultisoles (son suelos que presentan un horizonte argílico con menos de 35 % de saturación de bases).

Suborden: Ustults (son Ultisoles bien drenados de regiones húmedas donde la lluvia es alta pero hay una estación seca pronunciada, nunca están saturados con agua y tienen hue más rojo o croma más fuerte que los Aquults. Tienen un régimen de humedad ústico . Tienen < 0,9 % de C.O. en los 15 cm superiores de el horizonte argílico. Tienen < 12 kg de C.O. en una unidad de 1 m de ancho por 1 m de largo por 1 m de profundidad abajo de cualquier horizonte 0 o de la superficie mineral.

Gran Grupo: Rhodustult (son Ustults que tienen un epipedón que tiene un value en húmedo menor de 4 en todas las partes. 2. tiene un horizonte argílico con un value en seco < 5 y no más de 1 unidad mayor que el húmedo).

Subgrupo: Typic Rhodustult (son Rhodustult que tienen un horizonte argílico que es continuo verticalmente y horizontalmente y tiene un hue más rojo que 5 YR. Tiene textura más fina que la arena franca fina en algun parte del horizonte argílico. No tienen un contacto lítico, dentro de los 50 cm de la superficie del suelo.

El sitio 512 Esterillos de Parrita se clasifica como Typic Ustropept familia arcillosa fina, mezclada, isohipertermica.

Orden: Inceptisol (presenta un epipedón úmbrico de 0 a 15 cm sobre un endopedón cámbico de 15 a 53 cm).

Suborden: Tropept (son Inceptisoles con un régimen de temperatura isohipertermico).

Gran Grupo: Ustropept (son Tropepts que tienen un porcentaje de saturación de bases superior al 50 % y un régimen de humedad ústico). El suelo en el sitio posee una saturación de bases de 85,4 % y un régimen de humedad ústico.

Subgrupo: Typic Ustropept (son suelos que representan el concepto central del Gran Grupo sin factores morfológicos, cualitativos o cuantitativos dentro del perfil que lo aparten del concepto central.

Sitio 618 Bajo Chino del CATIE se clasifica como Fluventic Humitropept, familia franca fina mezclada, isohipertérmico.

Orden: Inceptisoles (suelos que presentan un epipedón úmbrico u ócrico y un endopedón cámbico).

Suborden: Tropept (son inceptisoles con un régimen de temperatura isohipertermico).

Gran Grupo: Humitropept (son tropepts que tienen más de 12 Kg de carbón orgánico por metro cuadrado, hasta un metro de profundidad y tienen menos del 50 % de saturación de bases. El suelo en el sitio posee 13,5 % de saturación de bases.

Subgrupo: Fluventic Humitropept (son Humitropepts que presentan un contenido de carbono orgánico que decrece irregularmente con la profundidad o tiene pendientes inferiores al 25 %).

Anexo 6. Actividades realizadas en la plantación de Pochote.

Las actividades realizadas en la plantación se evaluaron con base en los costos actuales y los niveles de salarios al año 1986, los costos reales de la plantación en el año 1960 no se tienen dado que no se tomaron en el momento de la plantación.

Limpieza inicial

La limpieza inicial comprende la eliminación del material vegetal que pueda impedir o competir con los árboles a plantar, involucra la chapia rastrera y la acumulación o acordonado de los desechos. La actividad necesitó ocho jornales por hectárea y se realizó con cuchillos largos de 26 pulgadas (66 cm) de sable.

Trazado

El trazado de la plantación comprende la marcación de los puntos en donde se planta cada arbolito. Se realiza con cuerdas marcadas a los distanciamientos deseados en este caso a 6,5 m de entre hileras por 3m entre plantas. El trazado necesitó cuatro jornales.

Distribución de plantas.

La distribución de plantas comprende el transporte a pie de las plantas de la carretera al hoyo donde se plantan. La actividad necesitó 1 jornal.

Hoyado

El hoyado es la actividad en la que se abren los hoyos donde se plantan los arbolitos, se realizan con un palín y tienen una profundidad de 30 cm y un diámetro de 20 cm. La actividad necesita cuatro jornales.

Siembra o plantación.

Esta actividad involucra la introducción de las pseudoestacas de Pochote en cada hoyo, el rellenado del hoyo con tierra y el pisoteo para que no queden espacios de aire que impidan el desarrollo de las plantas o produzcan desecación de las raíces. La fertilización al fondo del hoyo con abono 10N-30P-10K solo se realizó en el modelo con manejo se aplican

45 g de abono por planta lo cual da un total de 50 kg por hectárea para 1111 árboles a una densidad de 3 x 3 m.

Chapea

Comprende la limpieza de la plantación, se eliminan enredaderas y cualquier otra maleza que pueda competir con el cultivo. Necesita 10 jornales por año en los primeros años y luego disminuye conforme la plantación crece y es poco afectada por las malezas, también involucra la realización de una ronda anual en la época seca para evitar quemas.

Compra de arbolitos

Se realizó en un vivero particular y cada pseudoestaca costó 5 colones. Se plantaron 480 árboles/ha y no se hizo replante. Para el modelo con manejo se plantaron 1111 árboles/ha a 3 x 3m.

Volteo

Involucra la corta de los árboles, el troceo y el apilado en el lugar de carga, es la suma de los costos de mano de obra e insumos como el combustible y la depreciación de la motosierra.

Raleos

Involucran la corta de los árboles a ralear, el troceo, la acumulación o acordonado de los desechos y la recolección de los postes cortados fuera de la plantación. El rubro que indica motosierra es el costo de depreciación de la motosierra más el costo del combustible.

Transporte

Se incluye dentro de este rubro la actividad de acarreo de la madera de la plantación al aserradero, el costo dado para una distancia de 95 Km en el año 1987 es de 0,5 colones por pulgada tica (250 ¢/m^3)

Ingresos

En el modelo sin manejo se obtienen $88,6 \text{ m}^3$ comerciales de 300 árboles/ha, el precio de la madera es de 16 colones por pulgada tica y se utiliza un factor de conversión de 500 pulgadas por m^3 . Esto da un total de 708.800,0 colones.