

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

Evaluación de la Plantación de Teca
(*Tectona grandis* L.f.) de 18 años de edad
establecida en el Centro Experimental
"El RECREO"

**AUTOR : MARIA MELIDA RODRIGUEZ TINOCO.
ASESOR: Ing. M.Sc. EDILBERTO DIARTE LOPEZ.**

Managua, Nicaragua
Diciembre, 1995

INDICE

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
RESUMEN	111
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	4
III. REVISION DE LITERATURA	6
3.1. Autoecología de la teca (<i>Tectona grandis L.f</i>)	6
3.1.1. Características generales de la especie	6
3.1.2. Origen y distribución	6
3.1.3. Descripción botánica	7
3.1.4. Descripción de la madera	8
3.1.5. Rendimiento	8
3.1.6. Uso potencial	8
3.1.7. Requerimientos ecológicos	9
3.2. Experiencia con teca en otros países	10
3.3. Fundamentos básicos para la elaboración de tablas de volumen.	12
3.4. Descripción de la cuenca del Río Escondido	14
3.4.1. Localización	14
3.4.2. Fisiografía	14
3.4.3. Clima	16
3.4.4. Vegetación	19
3.4.5. Geología y tipos de suelo	22
3.4.6. Uso actual de la tierra	23
3.4.7. Uso potencial	25
3.4.8. Aspectos socio-económicos	25
IV. MATERIALES Y METODOS	28
4.1. Descripción del área de estudio	28
4.2. Metodología	29
4.2.1. Area de estudio	29
4.2.2. Mediciones dasométricas	30
4.2.3. Tablas de volumen para teca (<i>Tectona grandis L.f</i>)	33
4.2.4. Identificación de sitios para el establecimiento de plantaciones de teca (<i>Tectona grandis L.f</i>)	34

V.	RESULTADOS	35
5.1.	Evaluación de la plantación de teca	35
5.1.1.	Sobrevivencia	35
5.1.2.	Calidad del árbol	37
5.1.3.	Evaluación dasométrica	38
	5.1.3.1. Distribución diamétrica	38
	5.1.3.2. Distribución de la altura	40
	5.1.3.3. Area basal	40
	5.1.3.4. Rendimiento volumétrico	40
	5.1.3.5. Coeficiente de forma	45
5.2.	Tablas de volumen para teca (<i>Tectona grandis L.f</i>)	47
5.2.1.	Análisis de regresión y correlación para los modelos seleccionados	49
5.2.1.1.	Análisis de regresión y correlación para el modelo N° 2.	49
5.2.1.1.	Análisis de regresión y correlación para el modelo N° 10.	51
5.3.	Identificación de sitios para el establecimiento de plantaciones de teca	54
5.3.1.	Sitios aptos	56
5.3.2.	Sitios moderadamente aptos	57
5.3.2.	Sitios no aptos	57
VI.	CONCLUSIONES	60
VII.	RECOMENDACIONES	64
VIII.	BIBLIOGRAFIA	67
IX.	ANEXOS	74

INDICE DE FIGURAS

<u>No Figura</u>		<u>Página</u>
1.	Mapa de localización de la Cuenca del Río Escondido	15
2.	Mapa de unidades fisiográficas de la Cuenca del Río Escondido.	17
3.	Mapa de zonas bioclimáticas según el sistema de clasificación de Holdridge	20
4.	Mapa de zonas Climáticas según el sistema de clasificación de Köppen.	21
5.	Mapa de unidades cartográficas de suelo de la Cuenca del Río Escondido.	24
6.	Frecuencia de árboles por categoría diamétrica	39
7.	Frecuencia de árboles por altura	41
8.	Altura promedio por categoría diamétrica	42
9.	Area basal total por categoría diamétrica	43
10.	Volumen total por categoría diamétrica	44
11.	Mapa de clasificación de sitios con aptitudes para el establecimiento de plantaciones de teca (<i>Tectona grandis L.f</i>)	59

INDICE DE CUADROS

<u>No Cuadros</u>		<u>Página</u>
1.	Datos sobre densidad y causas de muerte de la plantaciones de teca (<i>Tectona grandis L.f</i>)	36
2.	Datos sobre la calidad de los árboles de la plantaciones de teca (<i>Tectona grandis L.f</i>), Centro Experimental El Recreo, 1988.	37
3.	Coefficiente de forma obtenidos para la plantación de teca; utilizando los métodos de cinta diamétrica y relascópio de Bitterlich y las fórmulas de Smallian y Newton, para cada uno de estos métodos, Centro Experimental El Recreo, 1988.	46
4.	Distribución de árboles de la muestra de la plantaciones de teca (<i>Tectona grandis L.f</i>) Centro Experimental El Recreo, 1988.	47
5.	Resumen de los modelos aditivos y multiplicativos estudiados y las características estadísticas en que se basó la selección de los modelos.	48
6.	Regresión y correlación para el modelo N ^o 2.	51
7.	Regresión y correlación para el modelo N ^o 10.	53

AGRADECIMIENTO

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento al personal de la Escuela de Ciencias Forestales por el apoyo ofrecido para concluir con mis estudios superiores, y especialmente al Ing. Edilberto Duarte López, quien me brindó la asesoría necesaria para culminar con este trabajo de investigación.

Agradezco la valiosa tutoría del Ing. Claudio Calero y las oportunas aclaraciones y sugerencias dadas por la Ing. Georgina Orozco.

Mi gratitud al Ing. Ben de Jong quien me inició en este trabajo y al señor Rosario López quien me brindó su ayuda incondicional en el trabajo de campo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación con mucho amor y cariño a mis padres, hermanos y cuñados, por el apoyo y la confianza que han depositado en mí, durante mis estudio y en toda mi vida.

RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo en una plantación de Teca (*Tectona grandis* L.f.) de 18 años de edad establecida en el Centro Experimental El Recreo, Rama. El propósito del estudio fue el de evaluar el estado actual de la plantación de teca para determinar el comportamiento de la especie en las condiciones ecológicas de la estación; Proporcionar una tabla de volumen de doble entrada y detectar áreas con condiciones edafoclimáticas favorables para el establecimiento de plantaciones con esta especie. Los resultados del estudio se presentan en tres etapas:

1. Evaluación de la plantación de Teca

A través del inventario realizado en la plantación se determinó una sobrevivencia de 53.84 % de los árboles, con pérdidas de 46.16 % debido a la caída natural de las plantas y mal drenaje de los suelos. Sobre la calidad de los árboles el 23.2 % son sanos y altamente productivos y el 76.8 % presentan baja calidad debido a problemas de plagas, fuerte ramificación y deformaciones.

El factor de forma de la especie de 0.54 utilizado para el cálculo del volumen real de la plantación se determinó en base a los datos dasométricos obtenidos de una muestra de 63 árboles (5%) y aplicando las fórmulas de Smallian y Newton.

El comportamiento promedio de la plantación a los 18 años de edad, es de 14.15 m. de altura total, con un incremento medio anual de 0.71 m y una altura aprovechable de 10.46 m., el diámetro promedio a la altura del pecho con corteza es de 26.76 cm., con un incremento medio anual de 1.49 cm., el rendimiento de volumen aprovechable es de 123.2 m³ por hectárea en 18 años con 6.84 m³/ha/año.

2. Tabla de volumen de Teca (*Tectona grandis* L.f.)

Basados en una muestra de 426 árboles (32%) se desarrollaron 10 modelos matemáticos utilizando un análisis de regresión y correlación múltiple, para predecir el volumen de árboles en pie de Teca, seleccionando dos modelos transformado por logaritmo de base 10 y natural en función del DAP_{cc} y la altura aprovechable ($\text{LogVcc} = 2.251 \text{ LogDAPcc} + 0.7744 \text{ LogH}$) y ($\text{LnVcc} = 2.251 \text{ LnDAPcc} + 0.7744 \text{ LnH}$) para confeccionar una tabla de volumen de doble entrada. Los criterios utilizados para la selección del mejor modelo fueron, el coeficiente de determinación, el error estándar de los residuales, la desviación estándar de los residuales y el valor de significancia de "Tc", el que sirvió para probar el efecto de cada una de las variables independientes. Las ecuaciones seleccionadas pueden aplicarse para estimar el volumen en plantaciones de teca, en el Trópico Húmedo de Nicaragua y podría usarse con cierta precaución en otras regiones del país.

3. Identificación de Sitios para el establecimiento de plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.)

A través de la revisión de literatura sobre las condiciones edafoclimáticas de la Cuenca del Río Escondido, los requerimientos ecológicos de Teca y basados en los resultados de la evaluación dasométrica obtenidos en este mismo estudio, se identificaron tres sitios en la Cuenca del Río Escondido que presentan aptitudes para la siembra de esta especie: Sitios aptos, sitios moderadamente aptos y sitios no aptos.

El análisis de las condiciones climáticas y edáficas de la Cuenca del Río Escondido, así como los requerimientos de Teca, demuestran que la Cuenca presenta buenas condiciones y extensas áreas para el cultivo de esta especie.

I. INTRODUCCIÓN

Nicaragua tiene una extensión superficial excluyendo los lagos, de 118,000 Km² de los cuales se estima que el 60 % de su superficie (71,000 Km²) es de vocación forestal, siendo los suelos del Trópico Húmedo una parte muy significativa del territorio (IRENA, 1992); razón por la cual se afirma que el potencial de estos suelos es esencialmente forestal y su desarrollo es un reto que debe enfrentarse para el avance económico y social del país.

Sin embargo, la situación actual del sector forestal de Nicaragua no corresponde a su potencial verdadero. En las últimas décadas la cobertura boscosa del país se ha reducido sustancialmente; de 8 millones de hectáreas de bosque que existieron en 1950, a 4.3 millones de hectáreas en 1992, constituyendo el Trópico Húmedo el ecosistema con mayor cobertura boscosa, con 3.7 millones de hectáreas, de las cuales más de un millón se encuentran en un estado de degradación como efecto de la agricultura migratoria, la ganadería extensiva y la industria forestal, (IRENA, 1992); sistemas de explotación que conducirán a muy corto plazo, a un deterioro general de estos ecosistemas, lo que incidirá gravemente en la producción silvoagropecuaria y tendrá graves consecuencias en la capacidad económica nacional.

Frente a esta problemática forestal, las estrategias a seguir son diversas tales como: Uso de los recursos forestales, con base sostenible a través de planes de manejo, la formulación

de una política coherente para el desarrollo agropecuario y forestal, frenar el avance de las fronteras agrícolas, manejo de la regeneración natural en las áreas boscosas explotadas, realización de prácticas agronómicas de conservación de suelos, entre otras. Siendo una de las estrategias más factible, técnica y económicamente, para obtener resultados aceptables, la reforestación planificada en áreas específicas, con especies seleccionadas.

En el Trópico Húmedo en Centro América han sido probadas un número muy limitado de especies en plantaciones, pero con poco éxito. Las razones para estos fracasos pueden ser encontradas en la escogencia incorrecta de las especies y en la carencia de conocimientos técnicos respecto a sus requerimientos. Virtualmente no se puede recomendar especie alguna para plantaciones a gran escala, en estas zonas, lo que precisa es la investigación aplicada para determinar cuales especies se plantan y donde deben plantarse, (Barres, 1986).

Nicaragua no escapa a esta realidad; las pocas parcelas que se han establecido a nivel experimental, no se les ha dado seguimiento y en la actualidad no se han obtenido datos que proporcionen la información necesaria sobre el comportamiento de las especies plantadas, particularmente *Tectona grandis* L.f. en la cual puedan apoyarse planes de inversión.

El propósito de este trabajo está orientado a evaluar el estado actual de las plantaciones de *Tectona grandis* L.f. establecidas en el "Centro Experimental El Recreo" en el año

1968, para determinar el comportamiento de la especie en las condiciones ecológicas del Trópico Húmedo; ajustar un modelo matemático para generar una tabla de volumen y identificar áreas en la Cuenca del Río Escondido, que presenten condiciones favorables para el establecimiento de plantaciones con esta especie.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Generales:

- 2.1.1. Analizar las condiciones ecológicas y dasométricas en las que se ha desarrollado la plantación de teca (*Tectona grandis L.F.*) establecida en 1968 en el Centro Experimental El Recreo.
- 2.1.2. construir una tabla de volumen general para Teca en Nicaragua, que sirva de base para futuros trabajos.
- 2.1.3. Detectar sitios con condiciones favorables para el establecimiento de plantaciones de teca.

2.2. Objetivos Específicos:

- 2.2.1. Analizar la sobrevivencia de la especie y causas de mortalidad.
- 2.2.2. Determinar la respuesta ecológica y dasonómica de la Teca evaluando cualitativa y cuantitativamente la calidad del fuste, regeneración, volumen acumulado y tasa de crecimiento en 18 años.

- 2.2.3. Determinar si las condiciones edáficas del sitio donde se encuentra la plantación de Teca, son favorables para el establecimiento de la especie.
- 2.2.4. Elaborar una tabla de volumen de doble entrada en base al diámetro a la altura del pecho (DAP) en cm. y la altura aprovechable (de fuste limpio) en m.
- 2.2.5. Identificar sitios en la Cuenca del Río Escondido que presenten las condiciones edafoclimáticas favorables para el cultivo de la teca.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. AUTOECOLOGIA DE LA TECA (*Tectona grandis* L.F.)

3.1.1. Características generales de la especie:

Tectona grandis L.F. pertenece a la familia de las Verbenáceas, es conocida comúnmente como teca, teak, tee (CATIE, 1986; Keiding, 1985).

3.1.2. Origen y distribución:

La Teca es originaria de la India, Burma, Bangladesh, Tailandia e Indonesia (CATIE, 1986). Su distribución geográfica natural está entre las latitudes de 12° N - 25° N y en altitud varía desde 0 - 900 m (Webb, Wood Y Smith, citados por Gómez, 1981).

Se encuentra plantada extensamente en clima monzónico del sureste de Asia, en Africa Occidental y en algunas extensiones de América Central, Africa Oriental, Oceanía y en escala menor en numerosos lugares con clima estacional tropical (Keiding, 1985). Fue introducida en Nicaragua en 1946 por la United Fruit Company habiéndose establecido una plantación de 50 hectáreas en las márgenes del Río Escondido y una plantación experimental en el Centro Experimental El Recreo (STAN, 1953).

3.1.3. Descripción botánica:

La teca es un árbol caducifolio de rápido crecimiento en los primeros años (Saborio, 1981), de gran porte (hasta 40 m. o más de altura) y hasta 1.5 m de diámetro, el fuste es recto, limpio, libre de ramas bajas (CATIE, 1986). Su copa es amplia, redondeada (Fors y Reyes, 1947). El tronco es de base recta aunque en árboles maduros desarrolla contrafuerte (CATIE, 1986). su corteza es gruesa, gris o pardo grisáceo, fibrosa, que descortezada en tiras largas en árboles maduros (CATIE, 1986). Sus hojas son grandes, opuestas, contienen un tinte rojo (Fors y Reyes, 1947). El sistema radicular es amplio, profundo que comienza en un pivote (Fors y Reyes, 1947).

La inflorescencia es una panícula terminal erecta que contiene miles de botones florales. La flor es pequeña, blancuzca y bisexual, completa con estambres y pistilo (Keiding, 1985).

El fruto es una drupa irregular, redondeada, de 5 a 20 mm. de diámetro; contiene cuatro cámaras seminales (CATIE, 1986). La semilla es ovalada, mide alrededor de 6 mm. de largo y 4 mm. de ancho (Keiding, 1985). La unidad de siembra es botánicamente el fruto, obteniéndose un promedio de 1250 - 2000 frutos/Kg.

Una de las características de esta especie es su alta capacidad de rebrote (CATIE, 1986; Keiding, 1985).

3.1.4. Descripción de la madera:

La madera de la teca es de excelente calidad, durable, fina, dura, de fácil trabajabilidad, sin problemas de secado, difícil impregnación, moderadamente pesada $0.61 - 0.69 \text{ gr/cm}^3$ (Webb, S.F.). Sin embargo uno de los problemas de esta especie es su alto contenido de sílice en su madera (Gómez, 1981).

3.1.5. Rendimiento:

Una de las características sobresalientes de la teca, es su rápido crecimiento inicial. Alcanza hasta 2 m. de altura en el primer año y 16 m. a los 7 años (CIRNA, 1969), logrando un rendimiento de $6 - 18 \text{ m}^3/\text{ha/año}$.

3.1.6. Uso potencial:

La teca ha sobresalido notablemente por ser una de las especies maderables más versátiles y más valiosas en el comercio mundial (Keiding, 1985). El principal uso dado a la especie es como madera de alto valor comercial. Como madera aserrada se ha utilizado en la carpintería, construcciones de yates, construcciones pesadas, pisos y coches de ferrocarril; como madera rolliza se utiliza como poste para construcción y transmisión, pilotes, leña y carbón, enchapados y contrachapados (Gómez, 1981). Además sus propiedades de resistencia a las cargas, la facilidad de secado, estabilidad, duración, han sido consideradas para establecer un patrón por el cual son juzgadas las demás latifoliadas (Gómez, 1981).

Debido al alto valor de la madera, se ha utilizado poco para la producción de leña. Sin embargo, el crecimiento rápido en las zonas adecuadas y la producción de residuos, tanto durante el aprovechamiento como en las operaciones de aserrado, dan lugar a ser usadas como leña. El poder calorífico de la madera es de aproximadamente 21,000 Kj/Kg (5,000 Kcal/Kg), puede utilizarse para fabricación de carbón (CATIE, 1986).

Las hojas pueden utilizarse para la obtención de colorantes, en el sureste asiático se usan para teñir sedas. También se ha utilizado para la fabricación de techos temporales (CATIE, 1986).

Los árboles se cultivan ocasionalmente en países tropicales como ornamentales por las hojas grandes y por los racimos florales (Webb, 1980).

3.1.7. Requisitos ecológicos:

3.1.7.1. Clima:

La teca es una especie que crece en un clima monzónico. En el área natural de distribución, se presenta desde el nivel del mar hasta unos 900 m. de altitud. En general se cultiva en zonas bajas tropicales (CATIE, 1986); donde la precipitación media anual varía entre 1,250 y 2,500 mm con una marcada estación seca de 3 - 5 meses de duración, no tolera la falta de luz (Gómez, 1981) ya que es una especie de sol (heliofita) y demanda completa exposición lumínica a cualquier edad para su crecimiento (Fors y Reyes, 1947). La temperatura máximo promedio del mes mas ~~caliente~~

varía de 24 a 30 °C, y la mínima promedio del mes más frío entre 18 y 24 °C, alcanzando su óptimo desarrollo en lugares donde la temperatura media anual fluctúa entre 22 y 28 °C (Gómez, 1981).

3.1.7.2. Suelos:

Se presentan en suelos de una gran variedad de formaciones geológicas, de origen granítico, formaciones terciarias, suelos volcánicos, arenosos y aluviales, pero crece en forma óptima en suelos de textura franco - arenosa arcillosa, fértiles, profundos, bien drenados y PH neutro o ácido (Gómez, 1981). El mayor crecimiento en las zonas de distribución natural se presenta en suelos aluviales, fértiles, bien drenados (CATIE, 1986). Las arcillas demasiado pesadas pueden retardar su crecimiento (Fors y Reyes, 1947).

1.2. EXPERIENCIA CON TECA EN OTROS PAISES:

Teca ha sido introducida en la mayoría de los países tropicales con resultados exitosos en aquellos países con marcada estación seca y en suelos óptimos (Gómez, 1981).

El crecimiento es pobre en suelos arcillosos pesados lateríticos y poco profundos. Así mismo en áreas donde la precipitación se distribuye uniformemente en el año: el crecimiento y la formación son menos favorables; la madera es de inferior calidad y el árbol muestra menos vigoroso y con gran susceptibilidad a las plagas enfermedades (Gómez, 1981).

En Africa Tropical y Subtropical, la teca se ha ensayado y plantado en gran escala en áreas con una marcada estación seca (Gómez, 1981). Humblet citado por Gómez, (1981) reporta datos de crecimiento en zonas con precipitación media anual de 1,410 mm y una estación seca de 3 meses, cada uno de ellos con menos de 50 mm; los árboles dominantes de 20 años de edad tienen alturas de 22.5 m (con un incremento de 1.1 m/año) y un diámetro de 22.6 cm (con un incremento medio de 1.1 cm/año), similares a los encontrados en áreas con precipitaciones de 1,020 mm y seis meses secos.

La alta capacidad de rebrote, resistencia al fuego y rápido crecimiento constituyen cualidades de la teca que pueden ser aprovechadas en turnos cortos según sean los propósitos de explotación. Según Ross citado por Gómez, (1981), en Olo Komeji, Nigeria Oriental muchas plantaciones de teca, que reciben precipitaciones medias de 1,230 mm y 4 meses de sequía son aprovechadas para varas y combustible con turno de 10 años y con rendimientos promedios de 10 m³/ha/año. Según Jotland (1982), se ha comprobado que teca bajo las condiciones de América Latina puede producir excelente madera en periodos de tiempo relativamente cortos, de tal manera que entre 5 y 10 años puede producir postes y durmientes, así mismo, entre 20 y 40 años produce madera para la industria de transformación primaria.

Keogh (1978), realizó mediciones en siete parcelas de 0.1 ha. con plantaciones de teca de diferentes edades en un sitio de Quepos, Costa Rica, en suelos muy aluviales planos y profundos,

con una precipitación anual de 3,862 mm y tres meses con precipitaciones de 100 mm/mes; los mejores crecimientos promedios fueron de 23.9 m de altura (1.2 m/año) y 37.5 cm en diámetro (1.9 cm/año) a la edad de 20 años. Este mismo autor, señala que se ha estimado que la teca en la finca de Ríos, en Quepos, ha producido un incremento medio anual en volumen alrededor de 8 m³/ha/año hasta los 28 años.

3.3 FUNDAMENTOS BASICOS PARA ELABORAR TABLAS DE VOLUMEN

Las tablas de volumen se construyen con el fin de determinar rápidamente el volumen de los árboles en pie de donde se obtuvo la muestra, (Lojan, 1966).

El uso que se les da a las tablas de volumen es muy variado: Cubicación de bosques, de árboles, de madera aprovechable, etc (Lojan, 1966).

La utilización de tablas en el campo de la ordenación forestal tiende a generalizarse; esto se debe a las ventajas que proporcionan, tales como ahorro de tiempo, facilidades en el cálculo, viabilidad del trabajo en todo los sentidos (González, 1982).

Cuando las tablas se hacen para cubicar árboles sobre la base de su diámetro solamente, se tienen las tablas de volumen local o tablas de una sola entrada; cuando las tablas se hacen para cubicar sobre la base del diámetro y la altura se tienen las tablas de doble entrada o tablas standard (González, 1989). De

estas tablas, la más utilizada en la producción es la de doble entrada, en la cual se combinan la facilidad con que se operan, y la exactitud que requieren los trabajos de ordenación forestal que con ellas se realizan, (González, 1982).

Lojan, (1966) indica que es conocido el hecho de que el volumen de un árbol depende del diámetro, de la altura total y de su forma, presentando esta última algunas dificultades para su medición dependiendo del tipo de bosque.

Sin embargo existen procedimientos que permiten conocer el volumen de un árbol sin tener que recurrir a la medida de las tres variables que se indicaron anteriormente, tales procedimientos reciben el nombre de ESTIMACIONES y se realizan generalmente a base de métodos estadísticos. (Freese, 1970).

Estos métodos están basados en los análisis de regresión y correlación, los cuales se encargan de interrelacionar las variables medidas en los árboles derribados denominados variables independientes, de los cuales se hace predecir el volumen en pie de todos los árboles que conforma el bosque (Caillez, 1980).

Roland, (1977) señala que las tablas de volúmenes se preparan sobre un total determinado de número de árboles derribados (muestra) que constituyen los datos básicos de campo. Algunos autores señalan que para construir una tabla de volumen se necesita alrededor de 500 árboles o más y otros señalan que con 300 o menos se pueden precisar algunas tablas de volúmenes. Así, Chapman citado por De La Vega, (1987) menciona que el número mínimo aconsejable de árboles a muestrear es de 10 por categoría

diamétrica y que el número total adecuado va de 500 a 2,500. Sin embargo Abadie, (1956) citado por Amiel, (1990), señala que para una única y homogénea población basta 30 árboles. Por otro lado Caillez, (1980) considera que para una tabla de doble entrada se necesitan de 80 a 150 árboles.

3.4. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO ESCONDIDO

3.4.1. Localización:

La Cuenca del Río Escondido está situada en el litoral Atlántico de Nicaragua entre las latitudes $11^{\circ}41'$ a $12^{\circ}40'$ Norte y las longitudes $83^{\circ}30'$ a $85^{\circ}15'$ Oeste. Es una región bastante amplia que representa el 11 % del territorio nacional, aproximadamente 12,700 Km². Administrativamente la cuenca abarca áreas pertenecientes a los departamentos de Zelaya (76%), Chontales (24%) y Boaco (0.5%). Figura 1.

3.4.2. Fisiografía:

El relieve de las partes montañosas y sedimentación en la parte inferior, divide a la cuenca del Río Escondido en dos provincias fisiográficas muy importantes (CIRNA, 1973).

La provincia de la planicie costera del atlántico y la provincia de las estribaciones del atlántico.

La provincia de la planicie costera del atlántico está comprendida de 0 - 100 msnm. y constituida de materiales de reciente deposición (fluvio - coluviales). Los suelos tienen

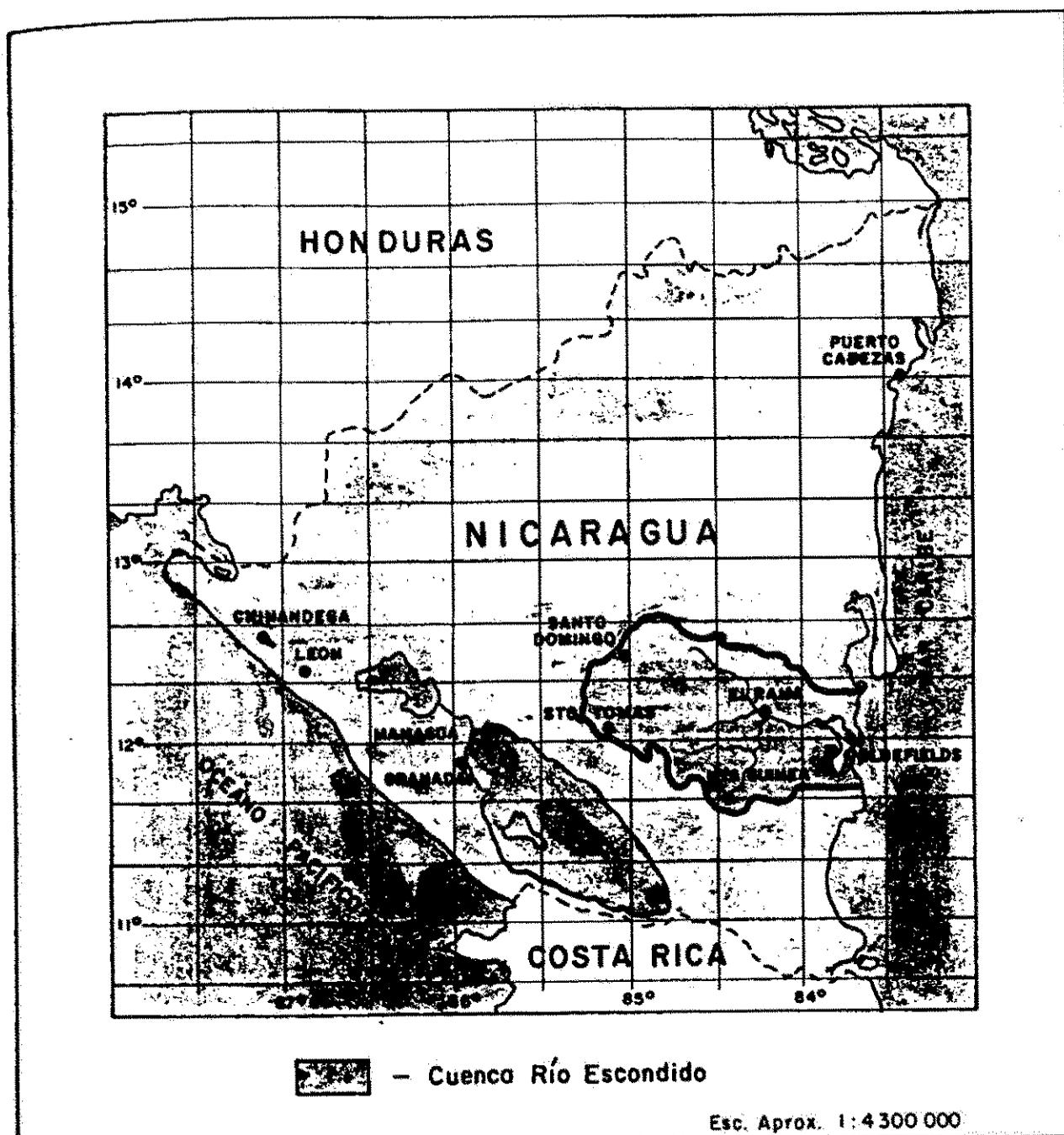


Figura 1. Mapa de localización de la Cuenca del Río Escondido.

Fuente: Ministerio de Agricultura, Catastro e inventario de Recursos Naturales, 1973.

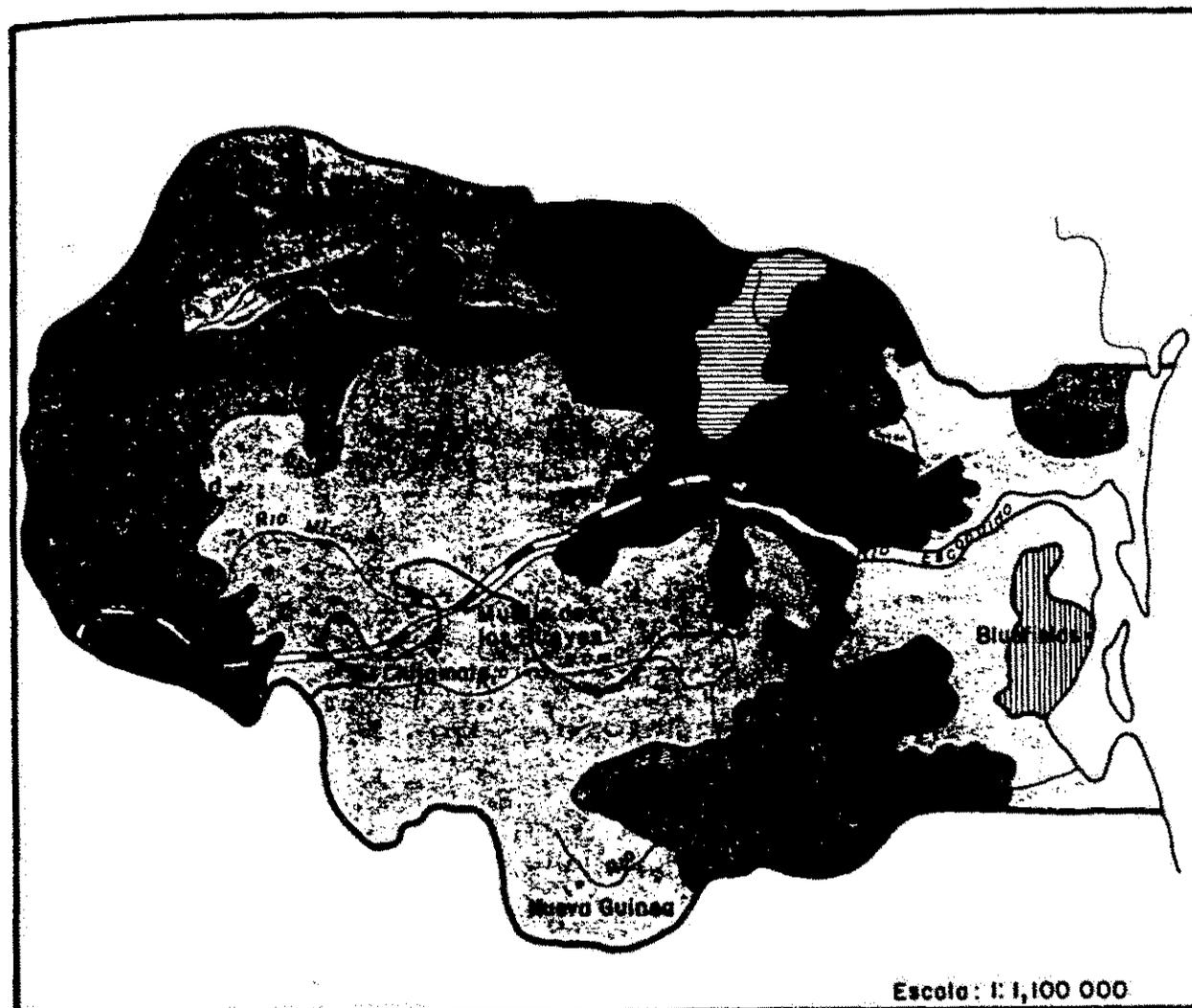
generalmente un drenaje imperfecto o muy pobre. Esta provincia cubre un área de 4,552 Km² que representa el 38.8 % de la Cuenca y está subdividida en la subprovincia de la planicie de Bluefields, planicie inundada del Este y planicie del Rama (CIRNA, 1973).

La Planicie de las estribaciones del Atlántico está comprendida de 0 - 500 msnm., existiendo algunos picos que llegan a 700 m. Está constituida generalmente de basalto, tobas, brechas e ignibritas; los suelos son bien drenados. Esta provincia cubre un área de 8,148 Km² que representa el 64.2 % de la cuenca y está subdividida en las subprovincias de la planicie de Nueva Guinea, planicie del interior, colinas del cerro Wawashang, Tierras Altas del Río Plata, tierras altas del Río Mico, Siquia superior y tierras altas del interior (CIRNA, 1973). Figura 2.

3.4.3. Clima:

El clima de la cuenca es Tropical, se caracteriza por tener una temperatura cálida durante todo el año y una estación lluviosa prolongada que dura de 9 o más meses.

La precipitación promedio presenta diferencias significativas que disminuye de Oeste a Este, con 1,700 mm. en la región de Santo Tomas y la Libertad hasta un promedio de 4,256 mm en la región de Bluefields donde se registra la máxima precipitación. La mayor parte de la precipitación está distribuida en la estación lluviosa que dura de 9 a 10 meses en la parte Occidental, a casi todo el año en las cercanías del mar. La estación lluviosa



LEYENDA

	Planicie de Bluefields 236 Km. ²		Colinas del Cerro Wawashang 261 Km. ²
	Planicie Inundada del Este 1368 Km. ²		Tierras Altas del Río Plata 697 Km. ²
	Planicie de Rama 2948 Km. ²		Tierras Altas de los Ríos Mico y Siquia 2376 Km. ²
	Planicie de Nueva Guinea 1965 Km. ²		Siquia Superior 883 Km. ²
	Planicies del Interior 535 Km. ²		Tierras Altas del Interior 1431 Km. ²

Figura 2. Mapa de Unidades Fisiograficas de la cuenca del Río Escondido.

comienza generalmente a mediados de Mayo y termina en Febrero o Marzo. Las máximas precipitaciones pueden encontrarse en los meses de Junio a Agosto. El período seco corresponde a los meses de Marzo y Abril, pero esto no significa una carencia absoluta de precipitación sino más bien se observa una disminución en la frecuencia y cantidad de lluvias.

La temperatura es generalmente cálida y uniforme durante todo el año, la temperatura media anual es de 26 °C en la región de Bluefields y 25.3 °C en la región del Recreo, sin presentar variaciones marcadas a través de todo el año. La época más calurosa del año es de Marzo a Mayo y de Septiembre a Octubre, con un promedio de 26 a 27 °C. La época más fresca es de Diciembre a Febrero con temperaturas de 24 a 26 °C. La biotemperatura varía de 24 a 30 °C.

La humedad relativa en general es muy alta, pero se van haciendo menores a medida que avanza de Este a Oeste. En Bluefields la máxima humedad relativa oscila entre 95 a 100 % y la mínima promedio oscila entre 73 a 82 % siendo el período de menor humedad Febrero a Abril y Septiembre a Noviembre. En El Recreo los meses más húmedos son Julio y Agosto con humedades relativas que oscilan entre 90 a 95 %. Los meses más secos son Marzo y Abril con humedades relativas arriba del 70 %. La evaporación es mayor durante los meses secos de Febrero a Marzo, mostrando una marcada disminución en el mes de Mayo cuando comienza el período lluvioso. La velocidad del viento es baja; la dirección predominante es de Noreste a Suroeste.

En la Cuenca se han identificado tres zonas de vida, de acuerdo a la clasificación de Holdridge. La zona de vida de Bosque Húmedo Tropical (Bh-T), es la más extensa y representa el 64 % (8,160 Km²) de la superficie total de la Cuenca; Bosque muy Húmedo Subtropical (Bmh-S) con el 25 % (3,220 Km²) y el Bosque muy Húmedo Tropical (BMH-T) con el 10 % (1,320 Km²) (CIRNA, 1973). Figura 3.

De acuerdo a la clasificación de Köppen se han identificado tres zonas climáticas; zona tropical lluviosa con período seco corto (Ami); que representa el 87 % (11,011 Km²) del área de la Cuenca, zona tropical lluviosa sin período seco definido (Afi) con el 10 % (1,300 Km²) y la zona tropical lluviosa con estación seca definida (Ami) con el 3% (390 Km²) (CIRNA, 1973). Figura 4.

3.4.4. Vegetación:

La vegetación de la cuenca del Río Escondido está estrechamente relacionada con el clima; así, en las zonas con una precipitación que oscila entre los 2,000 - 4,000 mm anuales, se presentan comunidades de bosques latifoliados de hojas perennes; entre los 4,000 - 4,500 mm, comunidades de bosques latifoliados de hojas perennes de clima muy húmedo y en las zonas donde la precipitación anual es de 2000 mm, bosques latifoliados de hojas caducifolias. Actualmente la cuenca se encuentra fuertemente desforestada, pero todavía se encuentran áreas boscosas casi inalteradas, localizadas principalmente en la parte oriental de la cuenca, donde se encuentra una amplia área cubierta con vegetación pantanosa.

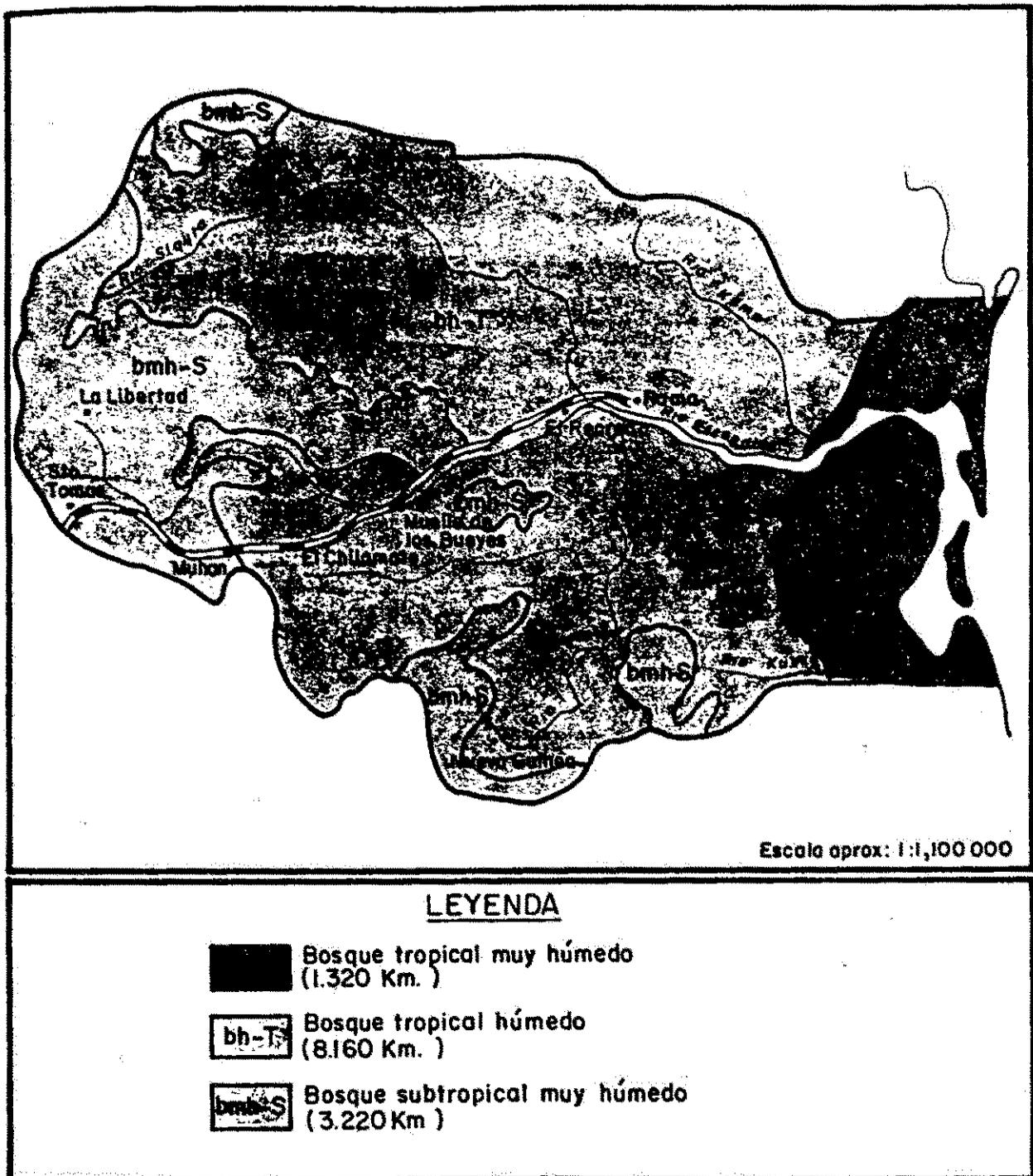
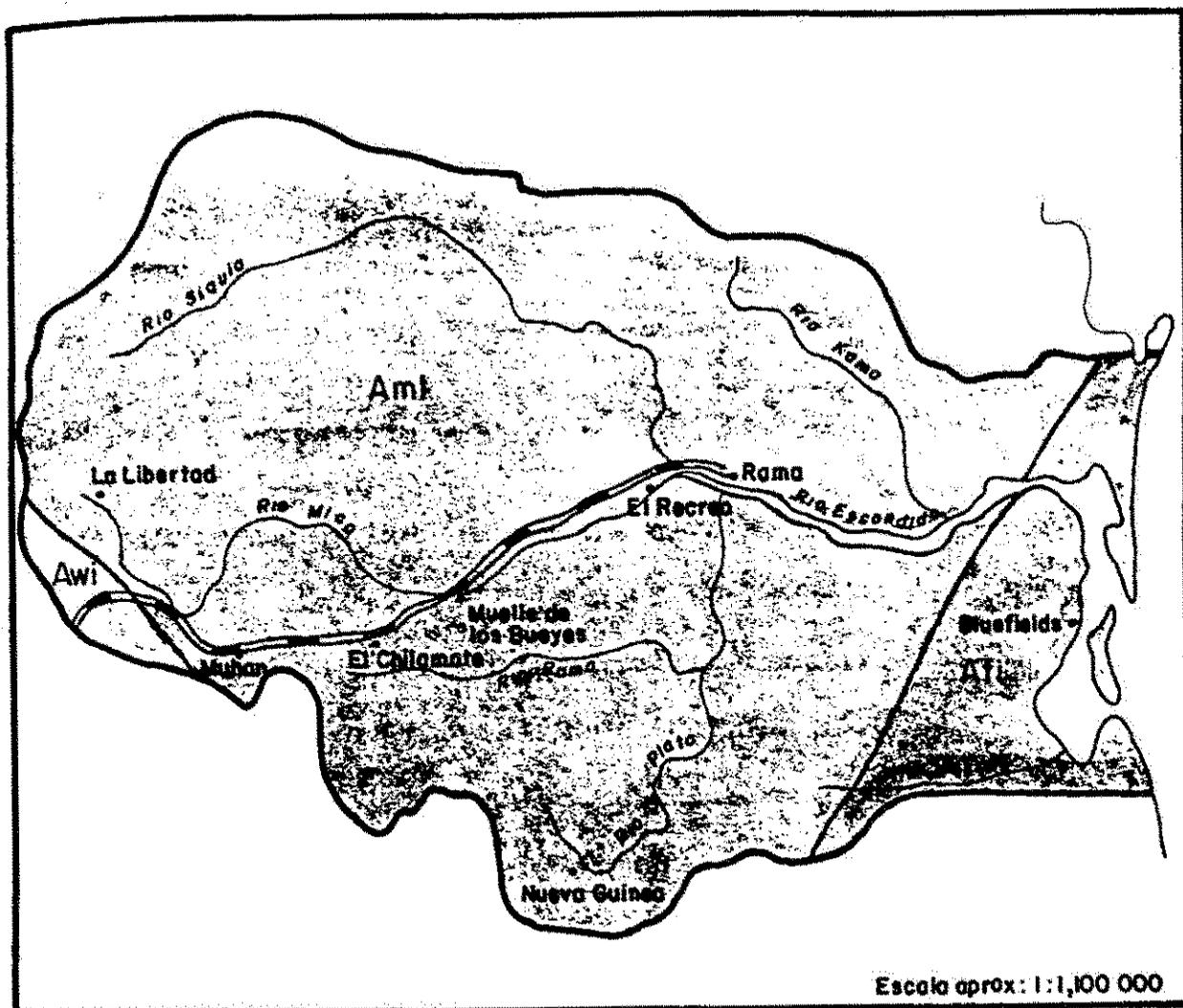


Figura 3. Mapa de zonas bioclimáticas según el sistema de clasificación de Holdridge.



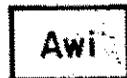
LEYENDA



Zona tropical lluviosa, sin período seco
(1.300 Km)



Zona tropical lluviosa, con período seco corto
(11.011 Km)



Zona tropical lluviosa, con estación seca definida
(389 Km)

Figura 4. Mapa de zonas climáticas según el sistema de clasificación de Köppen.

3.4.5. Geología y tipo de suelo:

La cuenca del Rio Escondido está constituida en un 78 % , por una geología que data del terciario. En la región existen evidencias de una gran actividad volcánica del terciario y probablemente en los comienzos del cuaternario. Las partes bajas y depresiones del Este están rellenas generalmente por materiales del cuaternario reciente, ocupando el 22 % de la Cuenca (CIRNA, 1973, DPN, 1978, MIDINRA, 1984).

Litológicamente los suelos de esta región son derivados a partir de rocas básicas que cubren el 60 % de la superficie total de la Cuenca, rocas ácidas que representan el 18 % y sedimentos fluvicoluviales el 20 % (CIRNA, 1973).

Basados en los principios utilizados por Soil Taxonomy; Catastro e inventario de recursos naturales (CIRNA, 1973) identificó en la Cuenca, 14 unidades cartográficas, estas son:

- A. Asociación orthoxic tropudults y typic tropudults (2,136.8 Km²) 16.8 %.
- B. Asociación typic tropudults y ultic tropudalfts, (2,970.4 Km²) 23 %.
- C. Asociación typic tropudults y typic tropudalfts (1,091.4 Km²) 9 %.
- D. Asociación plinthic orthoxic tropudults y plinyhaquic Tropudults (2,620.4 Km²) 20.6 %.
- E. Asociación typic tropudalfts y aquic tropudalfts (248.2 Km²) 2 %.
- F. Aquic Tropudalfts (158.7 Km²) 1.3 %.

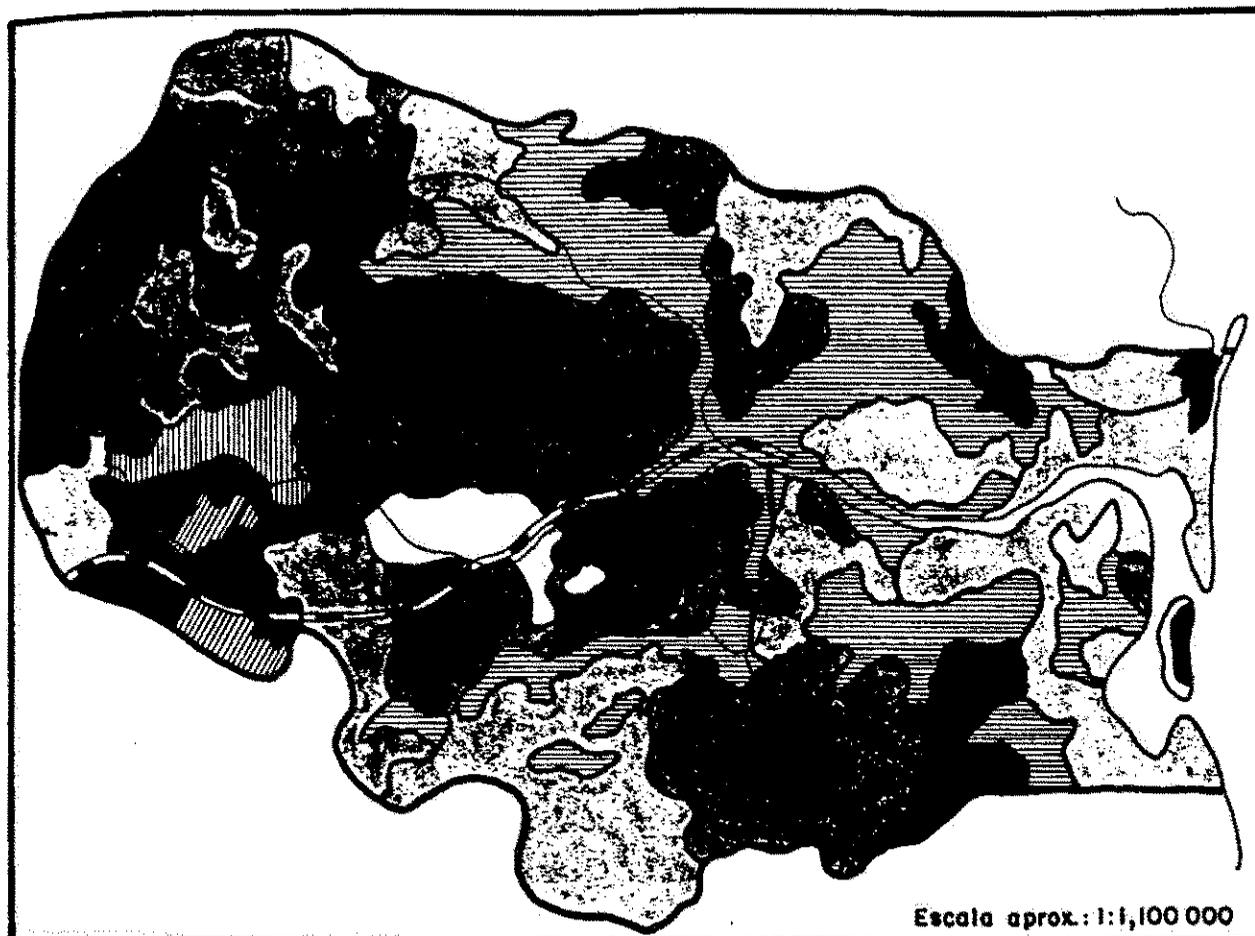
- G. Asociación Ultic Aquic Tropudalfs y Aquic Tropudalfs (1,189 Km²) 9.3 %.
- H. Typic arguidolls (590.7 Km²) 4.7 %.
- I. Asociación typic entropepts y typic arguidolls (213 km²) 1.7 %.
- J. Typic dystropepts (170.4 Km²) 1.3 %.
- K. Typic tropaquepts (153.7 Km²) 1.2 %.
- L. Asociación haplic hydraquents y typic tropaquepts (326.5 Km²) 2.6 %.
- H. Psammentic tropaquents (42 Km²) 0.3 %.
- N. Asociación typic hydraquents y haplic hydraquents (793.8 Km²) 6.2 %.

Figura 5.

3.4.6. Uso actual de la tierra:

Bajo las condiciones fisiográficas y ecológicas de la cuenca del Río Escondido, se desarrolla la agricultura, la ganadería, en menor escala los cultivos perennes. Actividades que no han alcanzado técnica, económica y socialmente el éxito necesario. La agricultura se caracteriza por ser de subsistencia y de tipo migratorio (DNP, 1978; MIDINRA, 1984).

La ganadería constituye la actividad tradicional de mayor extensión que se lleva a cabo en la Cuenca y ocupa casi la totalidad de las tierras intervenidas. Esta actividad se caracteriza por ser de tipo extensivo con un nivel bajo de tecnificación, con índices productivos sumamente bajos. Los cultivos



LEYENDA

	Asociacion Orthoxic Tropudults y Typic Tropudults (2,137 Km ²)		Typic Argiudolls (591 Km ²)
	Asociacion Typic Tropudults y Ultic Tropudalfts (2,970 Km ²)		Asociacion Typic Eutropepts y Typic Argiudolls (213 Km ²)
	Asociacion Typic Tropudults y Typic Tropudalfts (1,091 Km ²)		Typic Dystropepts (170 Km ²)
	Asociacion Plinthic Orthoxic Tropudults y Plinthaqic Tropudults (2,620 Km ²)		Typic Tropaquepts (154 Km ²)
	Asociacion Typic Tropudalfts y Aqic Tropudalfts (248 Km ²)		Asociacion Haplic Hydraquents y Typic Tropaquepts (327 Km ²)
	Aqic Tropudalfts (159 Km ²)		Psammentic Tropaquents (42 Km ²)
	Asociacion Ultic Aqic Tropudalfts y Aqic Tropudalfts (1,184 Km ²)		Asociacion Typic Hydraquents y Haplic Hydraquents (794 Km ²)

Figura 5. Mapa de Unidades Cartográficas de la Cuenca del Río Escondido.

perennes ocupan un área muy reducida, se orientan a complementar las necesidades familiares.

La actividad forestal que se realiza es fuerte, de extracción selectiva, descontrolada, errante, que necesariamente lleva al despilfarro el recurso forestal.

3.4.7. Uso Potencial:

En la cuenca del Río Escondido, la agricultura intensiva que puede desarrollarse es muy limitada. El potencial de la región radica principalmente en la ganadería y bosques y en forma secundaria ciertos cultivos perennes (CIRNA, 1973; DPN, 1978).

Basados en los resultados de los estudios ecológicos y edáficos efectuados en la zona, se considera que en la Cuenca del Río Escondido existen posibilidades muy favorables para implementar un sistema de explotación forestal diversificado, continuo, rentable y económico, fundamentado en bases científicas reales. Definiéndose en toda la Cuenca ocho clases de uso potencial de los suelos (CIRNA, 1973; DPN, 1978). Cuadro 1, anexo 2.

3.4.8. Aspectos socio-económicos:

La cuenca del Río Escondido se encuentra localizada en una de las regiones de mayor actividad entre los departamentos de Zelaya, Chontales, Boaco y Río San Juan.

Esta región se caracteriza por tener una escasa población, siendo la mayor parte de tipo rural (CIRNA, 1973).

Bluefields es la principal ciudad y es el puerto más importante de la Costa Atlántica. Otros centros poblados de gran importancia son Rama, Villa Sandino, Santo Tomás, La Libertad y Santo Domingo. La red de transporte es fluvial, marítima, terrestre y aérea. La carretera Managua - Rama constituye la principal vía terrestre que comunica a la Costa Atlántica con el resto del país. Tiene un ramal que comunica a San Pedro de Lóvago, La Libertad y Santo Domingo y otro ramal con Nueva Guinea (CIRNA, 1973; DPN, 1978, MIDINRA, 1984). El área de influencia de esta carretera presenta el desarrollo agropecuario más avanzado de toda la Costa Atlántica (DPN, 1978).

La región cuenta con una escasa infraestructura industrial. El rubro industrial más importante es el pesquero, en la ciudad de Bluefields y genera más de la mitad del valor agregado industrial de la zona (DPN, 1973, MIDINRA, 1984).

Las industrias relacionadas directamente con la producción agropecuaria son relativamente pocas, y generan un porcentaje bajo del valor agregado industrial de la zona. Entre ellas se encuentran: el ingenio Camilo Ortega, en Kukra Hill (CIRNA, 1973).

Los servicios de apoyo a la producción con que cuenta la región son pocos y se encuentran localizados en las zonas más pobladas y de mayor actividad en la zona. Las principales instituciones que operan en la región son: El Banco Nacional de Desarrollo (BND), la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG), la Asociación de Trabajadores del Campo (ATC) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Los servicios de investigación agropecuaria son también muy rudimentarios. Hasta 1986 operaban dos centros de investigación agropecuaria, localizados en el Recreo y en Nueva Guinea. Actualmente solo opera el Centro Experimental El Recreo, aunque la repercusión de sus investigaciones sobre la tecnología aplicada en el sector agropecuaria es muy incipiente.

La tenencia de la tierra en esta región, reviste un carácter de propiedad individual en su mayor parte, pero también existen grupos cooperativos.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo se realizó en el Centro Experimental El Recreo, localizado en el kilómetro 279 carretera Managua hacia El Rama, entre los 12°12' N y 84°19' W; situado en la Planicie de El Rama en la parte Nor - central de la cuenca del Río Escondido.

Este Centro Experimental tiene una extensión de 1,125 ha. aproximadamente, una buena parte dedicada a la investigación de cultivos del Trópico Húmedo, tales como; cacao, caucho, palma africana, plantaciones forestales, experimentos con raíces y tubérculos comestibles y especies. El sitio se encuentra a 30 msnm, presenta un clima tropical lluvioso con un período seco corto de 2 a 3 meses y una estación lluviosa prolongada de 9 a 10 meses. La precipitación promedio anual varía entre 2,500 a 3,500 mm, siendo el mes de más baja precipitación (inferior a los 60 mm) Marzo y a veces Abril; y las máximas precipitaciones se presentan en los meses de Julio a Agosto, cayendo el 40 % de la precipitación total en estos meses.

La temperatura media anual es de 25.64 °C con variaciones entre la máxima de 32 °C en Abril y una mínima de 19 °C en febrero; y una biotemperatura que varía de 24 °C a 30 °C. La humedad relativa es constantemente elevada, los meses más húmedos son Julio y Agosto, con humedades relativas que oscilan entre 89 y 90 % y el mes más seco es Marzo con una humedad superior al 70 %. La evaporación promedio anual es de 102.68 mm. Los vientos soplan del Nor - Este constantemente y su velocidad es

generalmente baja. En el cuadro 1, anexo 2, se muestran los datos climáticos de la estación meteorológica El Recreo. El Centro se encuentra dentro de una zona de vida de Bosque Tropical Húmeda (según Holdridge), y una zona tropical lluviosa con período seco corto (Ami) según la clasificación de Köppen adaptada para la región (CIRNA, 1973). El tipo de vegetación natural, característico en el área, es el monte hegrofítico sempervirente, o bosque húmedo, típico de zonas con marcada deficiencia de drenaje. Las características generales son de una vegetación arbórea alta y arbustos pequeños bajo la cobertura arbórea.

Según estudios edafológicos realizados por Catastro e Inventario de Recursos Naturales, (1973), en la cuenca del Río Escondido, este Centro se encuentra dentro de una asociación Plinthic orthoxic tropudults y Plinthaquic tropudults. Clasificados como lateritas hydropédicas en el proyecto Rigoberto Cabezas (CIRNA, 1969).

4.2. METODOLOGÍA

4.2.1. Área de estudio:

El área de estudio, es una plantación de teca (*Tectona grandis L.f.*) de 4 hectáreas, establecida en 1968 en el Centro Experimental El Recreo, con una densidad total inicial de 2,500 árboles (625 árboles/ha), plantada a un distanciamiento de 4 x 4 m con plantas obtenidas del vivero del Centro de un año de edad. con semillas obtenidas localmente, de una vieja plantación

situada en el sitio conocido con el nombre La Vaca, en ésta, a su vez se usaron semillas procedentes de Pera de Nija (Sri Lanka).

4.2.2. Mediciones dasométricas:

Las mediciones dasométricas se efectuaron utilizando un inventario total de la plantación. Estas mediciones se realizaron de Octubre a Diciembre de 1986; inicialmente se hizo un reconocimiento del área procediendo a su delimitación con el uso de una brújula y una cinta métrica de 50 m, con estas mediciones se preparó un plano en el cual se ubicaron los árboles de la plantación que permitiera la reidentificación de los árboles medidos. Los datos registrados en el campo fueron: Supervivencia, diámetro a la altura del pecho con corteza (DAPcc) en centímetro, altura aprovechable (altura del fuste limpio, a la primera ramificación) en metros, medida con altímetro Blume - Leis. En el caso del diámetro se midieron todos los árboles de la plantación que sobrevivieron hasta la fecha, que en total fueron 1,346. En lo que respecta a la altura los datos fueron tomados sistemáticamente cada 5 árboles de cada hilera, midiendo un total de 426 árboles lo que corresponde al 32 % de la población existente, a todos estos árboles se les tomó datos sobre la calidad del fuste (rectitud, ramificación, efectos del ataque de plagas y árboles sanos). también se tomaron datos sobre regeneración y árboles muertos (debido a incendios, caída natural, cortas y encharcamiento).

El factor de forma se determinó mediante la toma de una muestra de 63 árboles los cuales fueron seleccionados al azar y

con el relascópio de Bitterlich, se midieron, la altura total y todos los diámetros posibles en secciones de 1 m. para los árboles con alturas menores de 10 m. y en secciones de 2 m. para árboles de mayor altura. El diámetro a la altura del pecho (DAPcc) de estos 63 árboles fue medido con cinta diamétrica y relascópio de Bitterlich.

Con los datos básicos de campo, se creó un archivo en el paquete de programas LOTUS 123, con el objetivo de estimar el volumen real de los árboles muestras, basados en mediciones del diámetro cada metro y cada dos metros utilizando las fórmulas de Smalliam y Newton.

El volumen real y el volumen aparente fueron calculados en base con DAPcc medido con cinta diamétrica, como con relascópio de Bitterlich. Las fórmulas utilizadas se detallan a continuación:

1. SMALLIAN:

$$V = \frac{S_0 + S_1}{2} \cdot L$$

Donde: S_0 : Area basal del diámetro mayor.

S_1 : Area basal del diámetro menor.

L : Longitud de la sección.

2. NEWTON:

$$V = \frac{S_0 + 4S_m + S_1}{6} \cdot L$$

Donde: S_0 : Area basal del extremo mayor.

S_m : Area basal media.

S_1 : Area basal del extremo menor.

L : Longitud de la sección.

3. Volumen aparente:

$$V = \frac{3.1416 D^2}{4} * H$$

Donde: D : Diámetro a la altura del pecho en cm (DAPcc)

H : Altura del árbol en m.

El factor de forma se determinó en base al volumen real estimado mediante las fórmulas de Smalian y de Newton, basados en los dos métodos de medición del diámetro. La fórmula del factor de forma es la siguiente:

$$FF = \frac{\text{Volumen real}}{\text{Volumen Aparente}}$$

Una vez obtenido el factor de forma se procedió a calcular el rendimiento volumétrico real de la plantación.

$$V_{\text{real}} = \frac{3.1416 D^2}{4} * H * FF$$

Donde: D : Diámetro a la altura del pecho en cm (DAPcc)

H : Altura del árbol en m.

FF : Factor de Forma

4.2.3. Tablas de volumen para teca (*Tectona grandis* L.f):

Para la elaboración de las tablas de volumen, se tomó una muestra de 426 árboles, la cual se consideró conveniente ya que se trata de una plantación homogénea.

El procesamiento de los datos se realizó a través de las técnicas de regresión y correlación tanto simple como múltiple, utilizando el paquete del programa SAS (Statistical Analysis System) para la ejecución del análisis. Se tomó como variables independientes, el diámetro a la altura del pecho con corteza, en cm (DAPcc) y la altura aprovechable en m (H) y como variable dependiente el volumen m³ (Vcc).

Se probaron 10 modelos matemáticos entre aritméticos y logarítmicos, estos modelos son:

1. $V = D + H$; ($V = b_1DAPcc + b_2H$)
- 2.* $\text{Log}V = \text{Log}D + \text{Log}H$; ($\text{Log}V = a + b_1\text{Log}DAPcc + b_2\text{Log}H$)
3. $\text{Log}V = D$; ($\text{Log}V = a + b_1DAPcc$)
4. $V = D + H$; ($V = a + b_1DAPcc + b_2H$)
5. $V = D$; ($V = b_1DAPcc$)
6. $V = D_1 + D_2$; ($V = b_1DAPcc + b_2DAPcc^2$)
7. $V = D^2$; ($V = b_1DAPcc^2$)
8. $V = D^2 * H$; ($V = b_1DAPcc^2 * b_2H$)
9. $\text{Ln}V = \text{Ln}D$; ($\text{Ln} = b_1\text{Ln}DAPcc$)
- 10.* $\text{Ln}V = \text{Ln}D + \text{Ln}H$; ($\text{Ln}V = b_1\text{Ln}DAPcc + b_2\text{Ln}H$)

Los criterios para elegir el mejor modelo fueron:

- a. Coeficiente de determinación R^2
- b. Coeficiente de correlación R
- c. Desviación estándar de los residuales sobre la línea de la regresión
- d. El error estándar de la estimación
- e. El valor de significancia de T_c de los parámetros

4.2.4. Identificación de Sitios para Establecimiento de la Plantación de Teca (*Tectona grandis* L.f.):

La selección de los sitios se hizo en base a revisión de literatura sobre las características ecológicas de la Cuenca del Río Escondido y requerimientos ecológicos de la teca (*Tectona grandis* L.F.). A demás se elaboró un mapa de sitios con aptitudes para el establecimiento de plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.)

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Según los objetivos planteados para este trabajo, los resultados serán presentados en tres etapas: la primera etapa consiste en la evaluación de la plantación de teca (*Tectona grandis L.f.*) establecida en el Centro Experimental El Recreo, la segunda etapa en la elaboración de tablas de volumen y la tercera etapa en la identificación de sitios para establecimiento de plantaciones de teca (*Tectona grandis L.f.*).

5.1. EVALUACION DE LA PLANTACION DE TECA:

5.1.1. Sobrevivencia:

A partir de los resultados obtenidos en el inventario, se establece que la plantación de Teca (*Tectona grandis L.f.*) presenta una sobrevivencia de 53.83 %. De las pérdidas cuantificadas el 20.48 % se debió a la caída natural de los árboles. Las causas de tales resultados se derivan como consecuencia del deficiente desarrollo radicular de las plantas, ocasionado por los suelos poco profundos, compactos de textura arcillosa, mal drenados y la influencia de las lluvias y vientos.

Iterano citado por Gómez (1981), señala que en El Salvador los principales problemas encontrados en plantaciones comerciales de teca se deben a podas inadecuadas que producen el agobio de las plantas y los suelos superficiales, como consecuencia el efecto de las lluvias y vientos producen el volteo de los árboles.

Estudios realizados por Saldarriaga (1979), evidencian que la teca no presenta una raíz central definida, sino un sistema de seis raíces laterales, las cuales pueden alcanzar hasta 12 cm. de diámetro cerca del cuello de la raíz, algunas veces las raíces penetran verticalmente hasta un metro de profundidad; esta característica hace que la planta esté expuesta a la caída.

Otras pérdidas encontradas son, árboles muertos por incendios (4.28 %), árboles cortados para fines de aprovechamiento (1.6 %), encharcamiento y causas desconocidas el (21.28 %).

Cuadro 1.

También se encontró un total de 186 rebrotes, que en la mayoría de los casos son de raíz, aunque se encontraron rebrotes de tocón; la mayor parte de estos rebrotes se presentan en el área de la plantación que no sufrió los efectos del fuego (Cuadro 1).

CUADRO 1. Datos sobre densidad y causas de muerte de la plantación de teca (*Tectona grandis* L.f); Centro Experimental El Recreo, 1988.

Concepto	Total Arboles	Porcentaje (%)	Total Rebrotos
Densidad Inicial	2,500	100.00	-
Sobrevivencia	1,346	53.84	11
Causas de Muerte:	1,154	46.16	-
- Caída Natural	512	20.48	92
- Incendio	107	4.28	54
- Cortas	40	1.60	29
- Encharcamiento y causas desconocidas.	532	21.28	-

5.1.2. Calidad del arbol:

En el cuadro 2, se presentan los datos obtenidos sobre la calidad de los árboles. En él se puede apreciar que de 426 árboles observados, el 23.2 % son sanos y muy productivos, el 37.6 % presentan ramificación fuerte a los 5 - 10 m. de altura, un 15.7 % con ramificación fuerte a menos de 5 m. de altura, un 18.8 % de árboles deformes, y un 4.7 % de árboles atacados por plagas. Aunque la presencia de plagas en la plantación no fue muy notoria a excepción de zompos (*Attas sp*). Estos resultados demuestran que el 76.8 % de los árboles analizados presentan una baja calidad, causado principalmente por el mal manejo dado a la plantación, y problemas de mal drenaje de los suelos.

CUADRO 2. Datos sobre la calidad de los árboles de la plantación de teca (*Tectona grandis L.f.*); Centro Experimental El Recreo, 1986.

Categoría	Total de arboles	Porcentaje (%)
- Arboles Sanos	99	23.2
- Arboles con plagas	20	4.7
- Arboles con ramificación fuerte entre 5 - 10 m.	160	37.6
- Arboles con ramificación fuerte < 5 m.	67	15.7
- Arboles deformados.	80	18.8

Fors (1947), señala que la teca es una especie de sol (heliófita) y demanda completa exposición lumínica a cualquier edad, para su crecimiento. Es una especie sensible a la humedad y a la competencia por malezas (CATIE, 1986; Laurie, 1975; Raets, 1964).

Mahaphol (1954), Wadsworth (1960) Y FAO (1985), señalan que las limpiezas insuficientes causan supresión de la teca produciendo deformaciones y un pobre desarrollo de las plantas.

Según Chávez (1991), la teca es considerada como muy resistente al ataque de hongos e insectos. Los ataques registrados en bosques naturales, plantación o madera en uso, han sido de poca importancia.

5.1.3. Evaluación dasométrica:

El comportamiento promedio de la plantación de teca es de 10.46 m de altura aprovechable y una altura total de 14.15 m con un incremento medio anual de 0.71 m; un diámetro promedio de 26.76 cm, con un incremento medio por año de 1.49 cm. Cuadro 1 y 2, anexo 3.

5.1.3.1. Distribución diamétrica:

La figura 6, presenta el comportamiento de la especie de acuerdo al desarrollo de la distribución diamétrica alcanzado durante el período de 18 años.

Como puede apreciarse, la mayor frecuencia de los árboles presentan un diámetro promedio de 24.3 cm, encontrándose el mayor número de los árboles (65.75 %) con un diámetro promedio entre los 18.4 a 33.2 cm. Cuadro 1, Anexo 3.

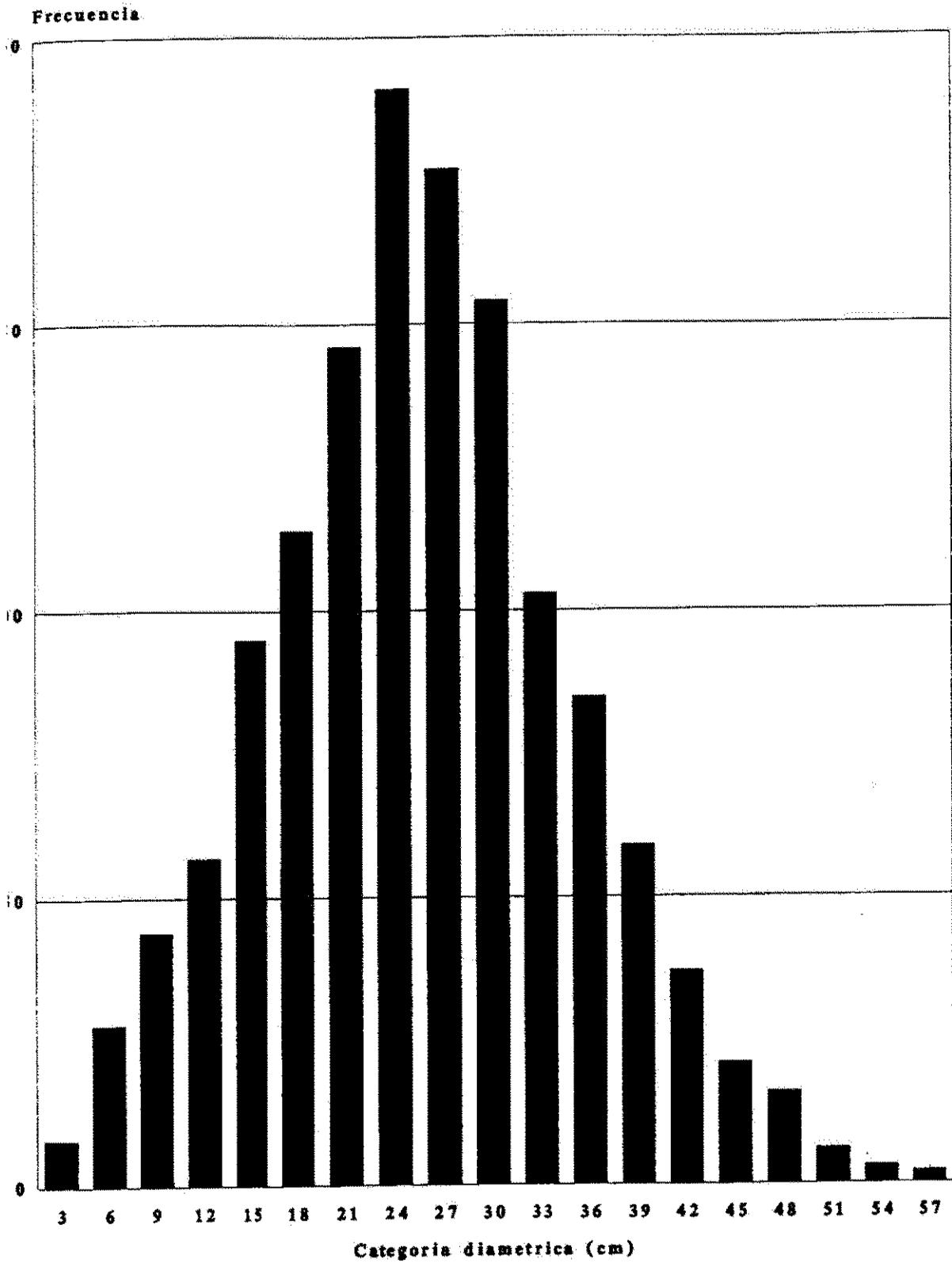
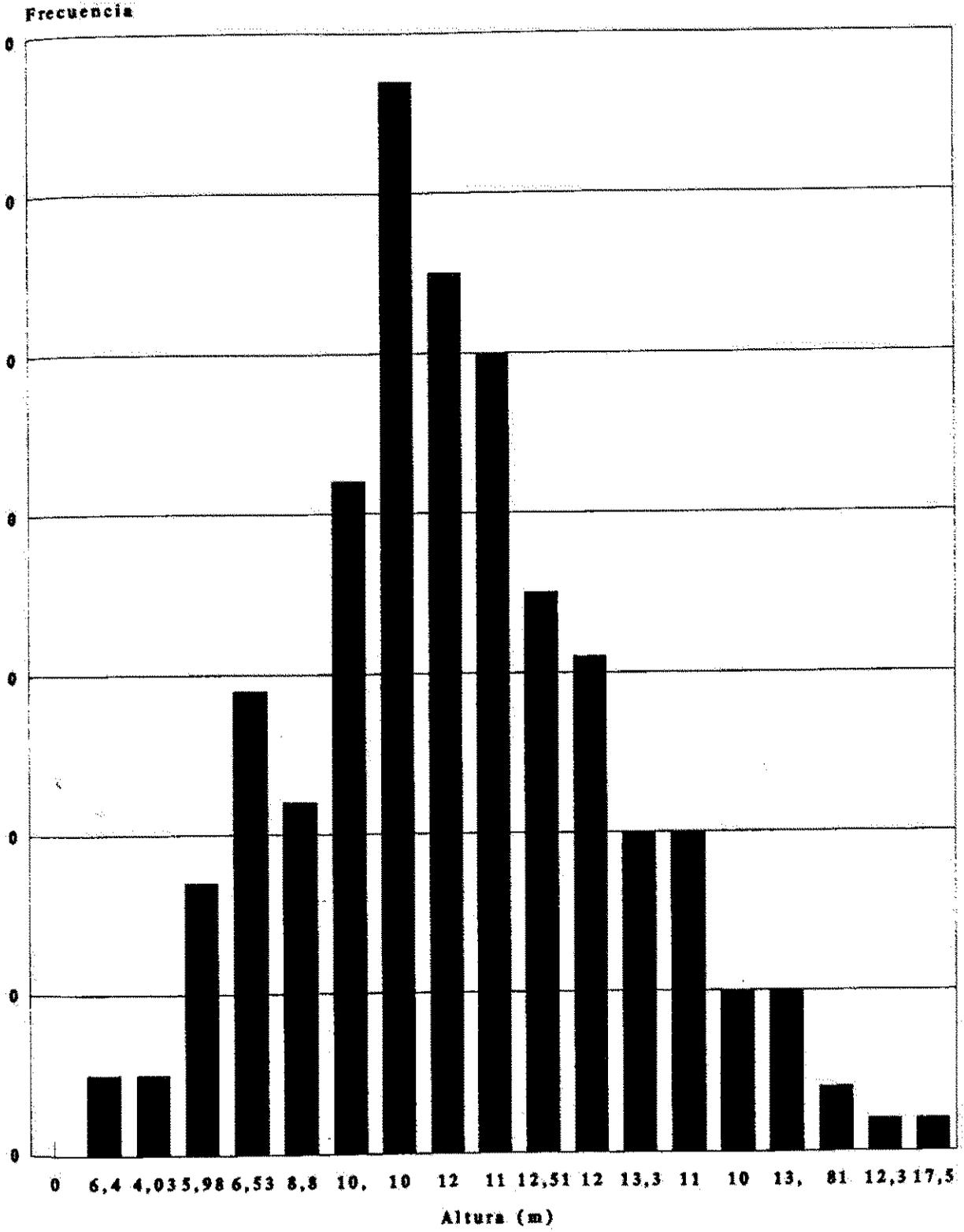


Figura 6. Frecuencia de arboles por C.D.



ura 7. Frecuencia de arboles por

Altura (m)

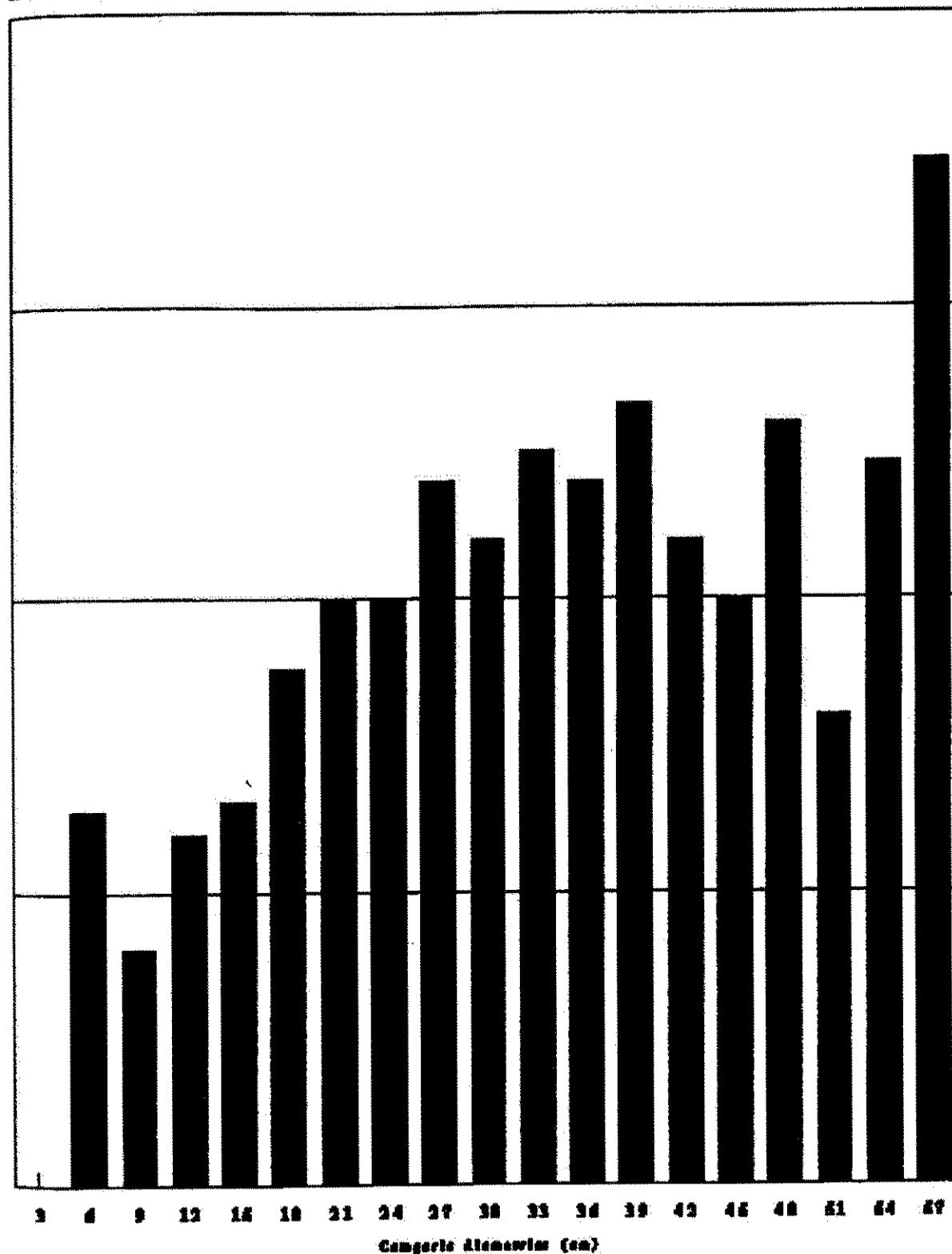


Fig. 8. Altura promedio por C.D.

si se compara con los rendimientos obtenidos en otros países en sitios con condiciones ambientales apropiadas para el cultivo de la especie y con manejo silvicultural.

Webb (1980) y Bauer (1982), señalan que el rendimiento promedio de la Teca en los primeros 30 años oscilan entre 6 - 15 m³/ha/año, para sitios no muy pobres en regiones aptas.

Según Jotland (1982), en El Recreo Nicaragua, la producción promedio durante el ciclo de 30 años es estimada en 352 pies³/ha/año (10 m³/ha/año). Para una plantación bien manejada sería una producción muy satisfactoria. En Trinidad los sitios buenos producen un promedio de 10.6 m³/ha/año y en sitios regulares 8.7 m³/ha/año aplicando un buen raleo cada 5 años (FAO, 1985).

5.1.3.5. Coeficiente de forma:

El factor de forma obtenido para la plantación es de 0.54 el cual fue utilizado para obtener el volumen real de toda la plantación.

Los coeficientes mórficos calculados en base a la fórmula de Smalliam, con el uso de cinta diamétrica fue de 0.54 y con relascópio de Bitterlich fue de 0.55. A través de la fórmula de Newton, con cinta diamétrica y relascópio los coeficientes de forma fueron de 0.54 para ambos métodos. Obteniéndose un promedio global de 0.55 para Smallian y 0.54 para Newton.

Como puede apreciarse, no existen diferencias significativas entre ambos métodos de medición y entre ambas fórmulas, por lo tanto cualquiera de los métodos puede ser utilizado, (Cuadro 3).

cuadro 3. Coeficientes de formas obtenidos para la plantación de teca; Utilizando los métodos de cinta diamétrica y relascópio de Bitterlich y la fórmula de Smallian y Newton para cada uno de estos métodos. Centro Experimental El Recreo, 1988

FORMULA	METODOS				CF PROMEDIO
	Cinta diamétrica		Rel. Bitherlich		
	Cf	Sd %	Cf	Sd %	
1. SMALLIAN	0.55	11.58	0.55	11.35	0.55
2. NEWTON	0.54	11.08	0.54	11.00	0.54

Cf: Coeficiente de forma
sd %: Desviación estándar

Sin embargo Lojan (1966), señala, que mediante la fórmula de Newton se obtiene con mayor precisión el volumen de los árboles, debido a que ésta requiere de más mediciones (tres diámetros) sobre el fuste del árbol, al compararla con la fórmula de Smallian que solamente requiere de los diámetros extremos (dos) de cada sección del fuste. La FAO (1966), señala que la fórmula de Newton es la más exacta para el cálculo del volumen de cualquier sólido para el cual el área de la sección es un polinomio de tercer grado. por lo tanto, el factor de forma obtenido utilizando el volumen real, calculado a través de la fórmula de Newton es más exacto.

La fórmula de Smallian sobrestima y subestima los valores del volumen real obtenido a través de la fórmula de Newton, sin embargo, puede ser utilizada en trabajos que no requieren de alta precisión, dado de que puede contribuir a un ahorro de tiempo y dinero, debido a que requiere de menos mediciones para el cálculo

5.2. TABLAS DE VOLUMEN PARA TECA (*Tectona grandis* L.f)

La distribución de los 426 árboles de la muestra de la plantación de teca (*Tectona grandis* L.f.) en base a la cual se probaron 10 modelos matemáticos para la confección de tablas de volumen se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Distribución de árboles de la muestra de la plantación de Teca (*Tectona grandis* L.f.), Centro Experimental El Recreo.

ALTURA (m)	DAP (cm)																TOTAL					
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45		48	51	54	57	
0																						
1																						
2																						
3																						
4				5																		5
5																						
6			5		17	29																51
7																						
8																		4				4
9							22															22
10								42	67							10						119
11										50					20							70
12										55	35	31								2		123
13													20				10					30
14																						
15																						
16																						
17																					2	2
TOTAL			5	5	17	29	22	42	67	55	50	35	31	20	20	10	10	4	2	2		426

En el cuadro 5 se presenta el resumen de los resultados del análisis de los 10 modelos utilizados para seleccionar los modelos que mejor se ajustaron a los datos y emplearlos en la confección de las tablas volumétricas de la especie en estudio.

cuadro 5. Resumen de los modelos aditivos y multiplicativos estudiados y las características estadísticas en que se basó la selección de los modelos.

N°	MODELO	TRANSFORMACIONES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	± ERROR ESTANDAR			R²	Sdr %	CV %	T _c
			a	b ₁	b ₂				
1	$V = 1.4685 \text{ DAPcc} + 0.0069 \text{ H}$	Ninguna		± 0.1133	± 0.0030	0.8054	24.93	59.03	12.96 2.27
20	$\text{LogV} = 2.2500 \text{ LogDAPcc} + 0.7744 \text{ LogH}$	Logarítmica		± 0.0089	± 0.0055	0.9960	4.70	8.27	251.11 141.31
3	$\text{LogV} = - 1.7484 + 9.7424 \text{ DAPcc}$	Logarítmica	± 0.0347	± 0.2697		0.7547	23.93	42.09	- 50.44 36.12
4	$V = - 0.0620 + 2.6786 \text{ DAPcc} + 0.0334 \text{ H}$	Ninguna	± 0.0294	± 0.0822	± 0.0021	0.8367	15.16	35.86	- 26.94 32.50 16.05
5	$V = 1.7087 \text{ DAPcc}$	Ninguna		± 0.0410		0.8030	25.07	59.31	41.63
6	$V = - 0.4073 \text{ DAPcc} + 6.1235 \text{ DAPcc}^2$	Ninguna		± 0.1021	± 0.2838	0.9061	17.33	40.99	- 3.99 21.58
7	$V = 5.0359 \text{ DAPcc}^2$	Ninguna		± 0.0002		0.9026	17.63	41.71	62.76
8	$V = 4.2327 \text{ DAPcc}^2 + 0.0091 \text{ H}$	Ninguna		± 0.1424	± 0.0014	0.9119	16.79	39.72	29.72 6.68
9	$\text{LnV} = 1.0993 \text{ LnDAPcc}$	Logarítmica		± 0.0259		0.8095	74.94	57.29	42.50
100	$\text{LnV} = 2.2509 \text{ LnDAPcc} + 0.7744 \text{ LnH}$	Logarítmica		± 0.0089	± 0.0055	0.9960	10.82	8.27	251.11 141.31

1 Modelos seleccionados

5.2.1. Análisis de regresión y correlación para los modelos seleccionados

De los 10 modelos de regresión probados, los modelos seleccionados fueron el número 2 y 10, por presentar los mejores estadísticos y los mejores ajustes alrededor de la línea de regresión (volumen medio).

Las ecuaciones de los modelos seleccionados están diseñadas para estimar el volumen total aprovechable de los árboles en pie, en función de diámetro con corteza (DAPcc) y la altura total aprovechable (H). Ambos modelos se transformaron en función del logaritmo de base 10 y logaritmo natural, a fin de obtener un mejor ajuste a los datos.

5.2.1.1. Análisis de regresión y correlación para el modelo N^o 2.

En el cuadro 6, se observa que el modelo N^o 2, posee un coeficiente de correlación de 99.80 %, lo que indica un alto grado de asociación de la variable dependiente (LogVcc) con respecto a las variables independientes (LogDAPcc) y (LogH).

El coeficiente de determinación para el modelo, de 99.60 %, indica la proporción en la variabilidad del volumen que se debe a los efectos de las variables LogDAPcc y LogH, y solamente el 0.4% de la variabilidad del volumen permanece inexplicable. Este resultado demuestra que existe un buen ajuste del modelo lineal a los datos observados.

Cuadro 6. Regresión y correlación para el modelo N° 2

$$\text{LogVcc} = b_1\text{LogDAPcc} + b_2\text{LogH}$$

$$\text{LogVcc} = 2.2508 \text{ Log(DAPcc)} + 0.7744 \text{ Log(H)}$$

Resultados del ajuste del modelo

VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR STANDAR	Tc
LogDAPcc	2.2508	0.00896	251.11 ***
LogH	0.7744	0.00548	141.31 ***

$R^2 = 0.9960$

$Sd = 4.70 \%$

$\text{Observaciones} = 426$

$r = 0.998$

$CV = 8.27 \%$

$\text{Var. Dependiente: LogVcc}$

Análisis de varianza de la regresión

FUENTE DE VARIACION	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Valor F
Modelo de Regresión:	2	235.469	117.735	53,324.33***
LogDAPcc	1	191.381	191.381	86,679.99***
LogH	1	44.088	44.088	19,968.67***
Residual	424	0.936	0.002	
Total corregido	426	236.406		

$R^2 = 0.9960 \text{ (} R^2 \text{ LogDAPcc} = 80.95 \%; R^2 \text{ LogH} = 18.65 \%)$

$r = 0.9980 \text{ (} r \text{ LogDAPcc} = 89.97 \%; r \text{ LogH} = 43.18 \%)$

5.2.1.2. Análisis de regresión y correlación para el modelo N°

10.

En el cuadro 7, se presenta el análisis de regresión y correlación del modelo N° 10. Como puede apreciarse, los resultados de este análisis son idénticos a los obtenidos con el modelo N° 2 (Cuadro 6). La diferencia estriba, en que, la desviación estándar de los residuales del modelo N° 2 es de 4.70%, valor que estadísticamente es más aceptable referente al modelo N° 10, con una desviación estándar del residual de 10.82%.

Sin embargo, ambos modelos presentan valores aceptables estadísticamente, por lo que se consideran apropiados.

Debe indicarse, que un ajuste para un modelo con resultados como los obtenidos con los modelos 2 y 10, para explicar la relación del DAPcc y la altura, es excelente. Según Jiménez, 1984, resulta muy difícil obtener ajustes superiores a estos valores. Razón por la cual, ambos modelos pueden ser utilizado para predecir el volumen con corteza aprovechable para teca (*Tectona grandis L.f*) y elaborar tablas de volumen aprovechable de doble entrada.

Según Furnival, 1961; Lojan, 1966; González, 1982; Vélez, 1982 y Del Valle, 1983, para estimar el volumen de cualquier árbol con base en una tabla de volumen de doble entrada, es preciso contar con el diámetro y la altura de fuste o altura total. En este sentido, los modelos de variables combinadas son muy empleados en la elaboración de tablas de volumen o cubicación y es, por lo general, con los que se obtienen los mejores resultados.

Como es evidente, no tiene sentido emplear los otros modelos probados para explicar la relación DAPcc y altura aprovechable, debido a sus bajos coeficientes de determinación (R^2) y sus altos valores de las desviaciones estándares de los residuales.

Ver cuadro 2, Anexo 4. Tabla de volumen.

Cuadro 7. Regresión y correlación para el modelo N° 10.

$$\text{LnVcc} = b_1 \text{LnDAPcc} + b_2 \text{LnH}$$

$$\text{LnVcc} = 2.2508 \text{ Ln(DAPcc)} + 0.7744 \text{ Ln(H)}$$

Resultados del ajuste del modelo

VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR STANDAR	Tc
LnDAPcc	2.2508	0.00896	251.11 ***
LnH	0.7744	0.00548	141.31 ***

R² = 0.9960

Sd = 10.82 %

Observaciones = 426

r = 0.998

CV = 8.27 %

Var. Dependiente: LnVcc

Análisis de varianza de la regresión

FUENTE DE VARIACION	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Valor F
Modelo de Regresión:	2	1,248.4362	624.2181	53,324.33***
LogDAPcc	1	1,014.6817	1,014.6817	86,679.99***
LogH	1	233.7545	233.7545	19,968.67***
Residual	424	4.9634	0.0117	
Total corregido	426	1,253.3996		

R² = 0.9960 (R² LogDAPcc = 80.95 %; R² LogH = 18.65 %)

r = 0.9980 (r LogDAPcc = 89.97 %; r LogH = 43.18 %)

5.2. IDENTIFICACION DE SITIOS PARA ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE TECA:

En el acápite 4.1 y en el acápite 5.1.3, se presenta una descripción ecológica de la Estación Experimental El Recreo y el comportamiento de la plantación de teca respectivamente. Los resultados obtenidos demuestran que bajo las condiciones ecológicas existentes en la Estación Experimental El Recreo, las cuales no son las apropiadas para el cultivo de la teca, la especie presenta un buen comportamiento, con un rendimiento en volumen aprovechable considerable, equivalente a 6.84 m³/ha/año.

En el acápite 3.1.7, se presentan los requerimientos ecológicos de la teca, en el se puede ver que esta especie en su área de distribución natural, crece en un clima monzónico, en sitios con temperaturas entre los 18 y 30 °C, con una media de 24 °C (Mahaphot, 1954). Además de esto, otros autores sugieren, para un óptimo desarrollo, una temperatura media de 25 °C con oscilaciones entre los 22 y 28 °C (Flinta, 1960; Gómez, 1981).

La experiencia en América Central, recomienda considerar dos límites térmicos observados en Honduras, el primero entre 25 y 28 °C clasificado como bueno y el segundo entre 20 y 25 °C clasificado como malo, porque fuera de esas condiciones la especie no prospera, (Salazar, 1973).

La teca requiere de una precipitación entre los 1,000 y 1,800 mm/año (Flinta, 1960). Sin embargo los trabajos realizados en Centro América, indican que el rango varía entre 1,250 y 2,500 mm/año, con una estación seca definida de tres a

cinco meses (CATIE, 1986). Según Parry (1957), se requiere de un mínimo de 1,000 mm/año para producir madera y 760 mm/año para producir productos secundarios.

En Centro América se debe de tomar en cuenta que los sitios que se encuentran a nivel del mar, con precipitaciones mayores a los 3,500 mm/año no son adecuados para el desarrollo de la teca (CATIE, 1986).

La especie se adapta a gran diversidad de suelos, bien drenados, fértiles y profundos (Flinta, 1980; FAO, 1975; CATIE, 1982). Prefiriendo suelos de textura franco arenosos arcillosos, con PH neutro o ácidos (Webb, 1980; Bauer, 1982). Rodríguez (1963), anota que la teca no se desarrolla en suelos pesados o arcillosos, lo que explica que los mejores bosques están ubicados en colinas o regiones onduladas. Sin embargo CATIE, (1986) señala que la teca no es recomendable para plantaciones densas en terrenos con altas pendientes debido a que la sombra de la copa y la hojas caídas eliminan la mayoría de la vegetación inferior, dejando el suelo susceptible a la erosión superficial al inicio de la estación lluviosa.

En general los mayores rendimientos se presentan en suelos con cinco o menos meses con déficit hídricos y el peor crecimiento se localizó en un sitio con ocho meses de déficit hídrico y solo 885 mm en suelos mal drenados (CATIE, 1986).

De acuerdo a los requerimientos que presenta la teca y basados en los resultados de la evaluación dasométrica de la plantación de la especie en el Centro Experimental El Recreo y las experiencias obtenidas en otros países en el cultivo de la

especie en condiciones similares, se puede considerar que la cuenca del Río Escondido, presentan buenas condiciones y extensas áreas para el establecimiento de plantaciones de teca.

Para efecto de poder determinar o clasificar las unidades cartográficas se presenta el nivel de actitudes de los sitios en la cuenca del Río Escondido, para el cultivo de la teca. Ver figura 11, mapa de sitios.

5.2.1. Sitios aptos:

Los sitios aptos cubren un área de 2,991 km², representando el 18 % de la superficie total de la cuenca.

Estos sitios presentan suelos pertenecientes a la clase de uso potencial I, con pendientes inferiores al 3 %; estos sitios presentan precipitaciones menores de 3,000 mm/año, con período seco de 2 a 3 meses, y temperaturas entre los 22 y 28 °C.

Las unidades cartográficas que pertenecen a esta clase de uso potencial son:

- Orthoxic tropudults y typic tropudults
- Typic tropudults y ultic tropudalfs
- Typic tropudults y typic tropudalfs
- Ultic aquic tropudalfs y aquic tropudalfs
- Typic argiudolls
- Typic dystropepts.

5.2.2. Sitios moderadamente aptos:

Los sitios moderadamente aptos cubren un área de 6,060 km². representando el 47.71 % de la superficie total de la cuenca.

Estos sitios presentan suelos que pertenecen a las clases de uso II y parte de la clase de uso V, con pendientes menores del 20 %; los sitios presentan precipitaciones menores de 3,000 mm, con período seco de 2 a 3 meses y temperaturas entre 22 y 28 °C.

Las unidades cartográficas que pertenecen a estas clases de usos potencial son:

- Orthoxis tropudults y typic tropudults
- Typic tropudults y ultic tropudalfs
- Ultic aquic tropudalfs y aquic tropudalfs
- Typic tropudults y typic tropudalfs
- Typic tropudalfs y aquic tropudalfs
- Aquic tropudalfs
- Typic argiudolls
- Typic dystropepts.

5.2.3. Sitios no aptos:

Los sitios no aptos cubren un área de 3,646 km². representando el 34.29 % de la superficie total de la cuenca.

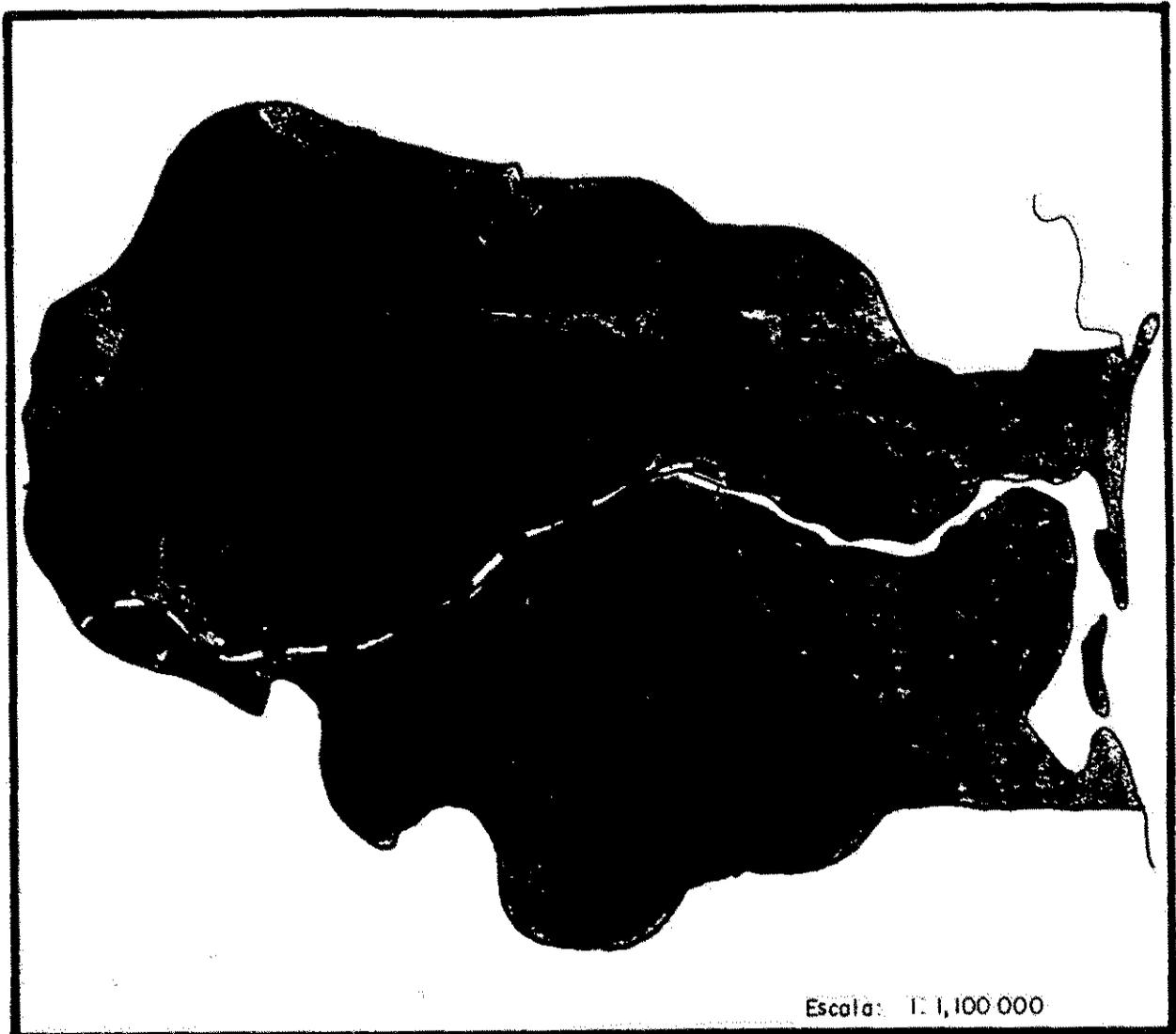
Estos sitios se caracterizan por tener suelos que pertenecen a las clases de uso potencial, III, IV, VI, VII y VIII, que se caracterizan por tener suelos imperfectamente drenados, pedregosos, con relieve de plano a fuertemente inclinado (0 a > 50 %), precipitaciones entre los 2,000 a > 4,000 mm.

Las unidades cartográficas que pertenecen a estas clases de uso potencial son:

- Plinthic orthoxic tropudults y plinthagic tropudults
- Typic tripaquepts
- Haplic hydraquents y typic tripaquepts
- Psammentic tripaquents
- Typic eutropepts y typic argiudolls

Y todas las unidades cartográficas pertenecientes a las clases de uso V que presentan pendientes mayores del 20 %.

En el anexo 1, se presenta un resumen sobre las clases de uso potencial y de las 14 unidades cartográficas estudiadas.



LEYENDA

-  : Sitios aptos
-  : Sitios moderadamente aptos
-  : Sitios no aptos

Figura II. Mapa de clasificación de sitios con aptitudes para el establecimiento de plantaciones de Teca (*Tectona grandis* L. F.)

CONCLUSIONES

1. *Tectona grandis* L.F. en las condiciones ecológicas de la Estación Experimental El Recreo, Rama, presentó una sobrevivencia del 53.83 %. Las pérdidas representan el 46.16%, siendo las causas principales, caída natural y encharcamiento superficial de los suelos con 20.48 y 18.64 % respectivamente.
2. Los rebrotes encontrados, en su mayoría son de raíz y se presentan en el área de la plantación que no sufrió los efectos del fuego.
3. El 23.2 % de los árboles de la plantación de *Tectona grandis* L.f. son rectos, bien formados y productivos, el 53.30 % presentan fuerte ramificación a más de 5 m. de altura, el 18.80 % presentan deformaciones, causado principalmente por el mal manejo silvicultural dado a la plantación y problemas de mal drenaje de los suelos.
4. Existen diferencias marcadas en cuanto a crecimiento de los árboles como consecuencia de la calidad del sitio de la plantación, la densidad de población y manejo silvicultural.

5. Los rendimientos obtenidos en la plantación en estudio, tanto en altura, área basal como en volumen, son parecidos a los mejores rendimientos reportados en otros países, con condiciones ambientales apropiadas para el cultivo de la Teca (*Tectona grandis* L.f.).

6. El rendimiento promedio de la plantación es de 14.15 m. de altura total, con un incremento anual de 0.71 m. y una altura aprovechable de 10.46 m., el diámetro a la altura del pecho con corteza es de 26.75 cm., con un incremento anual de 1.49 cm., el rendimiento de volumen aprovechable es de 123.2 m³ por hectárea en 18 años con 6.84 m³/ha/año; estos resultados demuestran que bajo las condiciones ecológicas del Centro Experimental El Recreo, la especie presenta un buen comportamiento, a pesar de que los suelos donde esta establecida la plantación, no presenta las condiciones apropiadas para el cultivo de esta especie, debido sobre todo a las condiciones de mal drenaje (hogromorfismo) por lo que los rendimientos obtenidos en esta plantación se dio en los árboles que se encuentran fuera del área de encharcamiento.

7. El factor de forma obtenido para la plantación de Teca (*Tectona grandis* L.f.) es de 0.54, el cual se utilizó para determinar el volumen real aprovechable de toda la plantación.

8. De 10 modelos de regresión probados, para la elaboración de tablas de volumen aprovechable con corteza de teca (*Tectona grandis L.f.*), se seleccionaron los modelos N^o 2 y el N^o 10:
- $$\text{LogV} = 2.2508 \text{ LogDAPcc} + 0.7744 \text{ LogH}$$
- $$\text{LnV} = 2.2509 \text{ LnDAPcc} + 0.7744 \text{ LnH}$$
9. Los modelos multiplicativos logarítmicos resultaron ser los de mejor ajuste para elaborar las tablas de volumen de doble entrada.
10. Los modelos escogidos no muestran sobrestimación ni subestimación del volumen alrededor de la línea de regresión, estos modelos calculan el con mayor precisión que los demás modelos estudiados.
11. Los modelos no muestran tendencias perceptibles de residuales Vs DAPcc^3 con una desviación estándar de 4.70 % y 10.82 % para los modelos N^o 2 y 10 respectivamente; por lo tanto se considera aceptable.
12. Se confeccionaron dos tablas de volumen aprovechable (m^3) de doble entrada en función del DAPcc (cm) y la altura aprovechable (m).
13. Este estudio podría servir en el manejo de áreas forestales e industriales de la especie, así como, para investigaciones científicas en lo que a la actividad forestal se refiere.

14. La validación de los modelos multiplicativos para confeccionar tablas de volúmenes de alta calidad, exige obtener altas frecuencias en los extremos de los parámetros de la tabla.

15. El análisis de las condiciones climáticas y edáficas de la del Río Escondido, demuestra que existen buenas condiciones y extensas áreas para el establecimiento de plantaciones de teca (*Tectona grandis L.f.*).

16. De acuerdo a los requerimientos ecológicos de la teca (*Tectona grandis L.f.*) y de las condiciones edafoclimáticas de la Cuenca del Río Escondido, se identificaron tres sitios con diferentes aptitudes para el establecimiento de plantaciones con esta especie, estos son: Sitios Aptos (2,991 km²), Sitios Moderadamente Aptos (6,060 km²) y Sitios No Aptos (3,649 km²).

RECOMENDACIONES

1. Dado que el 72.1 % de los árboles de la plantación presentan ramificación fuerte entre los 5 y 10 m. de altura y árboles deformes, se recomienda realizar prácticas de aclareo para reducir la densidad poblacional eliminando los árboles defectuosos.
2. En este estudio se plantea una metodología para confeccionar tablas de volumen para Teca (*Tectona grandis L.f.*) el cual podrá servir para futuras investigaciones relacionadas con tal fin.
3. Es aconsejable estimar el volumen total y aprovechable de los árboles de Teca (*Tectona grandis L.f.*) usando el modelo matemático N° 2 y N° 10:
N° 2: $\text{Log}V = 2.2508 \text{ LogDAP}_{cc} + 0.7744 \text{ Log}H$
N° 10: $\text{Ln}V = 2.2508 \text{ LnDAP}_{cc} + 0.7744 \text{ Ln}H$
Los cuales estiman el volumen en función de la altura aprovechable (m) y el DAP_{cc} (cm).
4. En la práctica no se requiere de tantos criterios académicos para alcanzar el modelo de mejor ajuste para tablas de volumen. Se considera aceptable un modelo cuando su coeficiente de determinación es superior a 0.9.

5. Se sugiere usar modelos multiplicativos transformados por logaritmo en el análisis de regresión y correlación para determinar tablas de volúmenes precisas.
6. No es recomendable usar estos modelos para la estimación del volumen total de árboles en pie cuando estos presentan un DAP_{cc} de 60 cm., ya que el estudio carece de observaciones en las categorías diamétricas comprendidas entre 70 - 100 cm., evitando así problemas de predicción.
7. Se recomienda utilizar estos modelos como preliminares y dentro del rango de valores utilizados para generarlos y restringir su utilización a la zona de El Recreo, aunque podría usarse con precaución en otras regiones del país.
8. Se recomienda la obtención de datos independientes de los utilizados en este estudio, con la finalidad de realizar la validación y reajuste de los modelos utilizados.
9. Dar mantenimiento a las tablas volumétricas propuestas.
10. Para próximos estudios convendría estudiar el grosor de la corteza a diferentes alturas, con el objeto de confeccionar tablas de volumen confiables sin corteza.

11. Para plantaciones de Teca (*Tectona grandis* L.f.), para fines comerciales se recomiendan suelos de la clase de uso potencial I, pertenecientes a los sitios aptos y establecer programas de raleos y podas, en la etapa en que las plantas crecen rápidamente, con el fin de mejorar la calidad de las trozas e incrementar la homogeneidad de los árboles.

BIBLIOGRAFIA

- AMIEL, A.W. (1990). Tablas de volúmenes para *Pinus oocarpa* Schiede., e incremento volumétrico del bosque de pino de la Rinconada, Matagalpa. Managua, Nic. 56 P.
- BAUER, J. (1982). Especies con potencial para la reforestación en Honduras; resúmenes. Tegucigalpa, Hond., COHDERFOR - CATIE. 42 p.
- CAILLET, F. (1980). Estimación de volumen forestal y predicción del rendimiento; estimación del volumen. Roma. FAO. 92 p.
- CATASTRO E INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES, (1969). Proyecto Rigoberto Cabezas. Managua, Nic. Instituto Agrario de Nicaragua; CIRNA. 71 p.
- _____. (1973). Reconocimiento edafológico de la Cuenca del Río Escondido. Managua, Nic. Departamento de Suelos y Dasonomía, Ministerio de Agricultura y Ganadería; CIRNA. 213 p.
- _____. (1973). Climatología de la Cuenca del Río Escondido. Managua, Nic. CIRNA. 117 p.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, (1986).

Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central. Turrialba, C.R. CATIE. Serie Técnica. Informe técnico no. 86. 220 p.

DEL VALLE, J.I. 1983. Material didáctico para el curso de epidometría: Metodología para la determinación de los mínimos de funciones. Departamento de ingeniería forestal, instituto tecnológico de Costa Rica, Cartago. 20 pp.

DE LA VEGA, R. (1987). Dendrometría. 1ª. ed. Chapingo, México. 387 p.

DIRECCION DE PLANIFICACION NACIONAL, (1978). Potencial de desarrollo Agropecuario y rehabilitación de tierras de la Costa Atlántica de Nicaragua. Managua, Nic. DPN, TAHAL Consulting Engineer LTD TEIAVIV. Volumen I. 318 p.

_____ (1978). Potencial de desarrollo Agropecuario y rehabilitación de tierras de la Costa Atlántica de Nicaragua. Managua, Nic. DPN; TAHAL Consulting Engineer LTD, TEIAVIV. Volumen II. p.

FLINTA, M.C. (1960). Prácticas de plantaciones forestales en América Latina. FAO. Montes no. 13; FAO. Cuadernos de fomento forestal no. 15. 499 p.

FORS R., A.J. (1947). Manual de silvicultura. La Habana, Cuba.
623 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, (1966).
Inventario forestal mundial. Roma. FAO. 113p.

_____ (1985). Ordenación forestal de los Trópicos para
uso múltiple e intensivo, estudio de ejemplos de: India,
Africa, America Latina y el Caribe. FAO. Montes no. 55. 180
p.

FREESE, F. (1970). Métodos estadísticos elementales para técnicos
forestales. México. CRAT. AID. (Manual de Agricultura no.
317). 102 p.

FURNIVAL, G. (1961). Un Índice para comparar las ecuaciones
usadas al construir tablas volumétricas. Forest Science 7
(4): 337 - 341 p

GOMEZ, D.A. (1981). Evaluación del comportamiento de ensayos y
plantaciones forestales en Nicaragua. Tesis Mag. Sc.
Turrialba, C.R., UCR/ CATIE. 166 p.

GONZALEZ CORRALES, O. (1989). Ordenación forestal. La Habana,
Cuba. 3^{ra}. ed. 159 p.

- GOZALEZ, M. (1982). El inventario de ordenación. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica. 94 p.
- JIMENEZ, W. (1984). Evolución del crecimiento de *Quercus copeyensis Müller*, en un bosque de robles no intervenido en San Gerardo de Dota, Costa Rica. Universidad Nacional. Escuela de Ciencias Ambientales. 192 p.
- JOTLAND, E. (1982). Mediciones de teca (*Tectona grandis L.f.*) en Nicaragua.
- KEIDING, H. (1985). Teak (*Tectona grandis L.f.*). Holanda. See Leaflet, no. 4. p.
- KEOGH, R. (1978). Teca (*Tectona grandis L.f.*) en Costa Rica. San José, C.R. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General Forestal. Departamento de Repoblación Forestal. Documento de trabajo no. 16, p 62 - 65.
- KEOGH, R. (1987). The care and management of teak (*Tectona grandis L.f.*) plantations. Heredia, C.R. UNA, Escuela de Ciencias Ambientales. 48 p.
- LAURIE, M.J. (1975). Prácticas de plantaciones de árboles de la sabána africana. FAO, Cuaderno de Fomento Forestal no. 19. 203 p.

- LOJAN, L. 1966. Apuntes del curso de dasometria (I parte), Mediciones en árboles individuales. IICA-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 106 p.
- MANAPHOL, S. (1954). Teak in Tailand. Tailandia. Ministry of Agriculture. Royal forest Department. no. R 16. 30 p.
- PARRY, M.S. (1957). Métodos de plantación de bosques en Africa Tropical. FAO. Cuaderno de fomento forestal no. 8. 334 p.
- RAETS, G.H. (1964). Informe preliminar acerca del cultivo de *Tectona grandis* L.F. en la estación de Barinitas, Venezuela. Ven. Boletín Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación no. 14. p 24 - 40.
- RODRIGUEZ, M.A. (1963). El cultivo de la teca (*Tectona grandis* L.F.) en Venezuela: informe general y resultados Guatemala. Guatemala. INAFOR. (Documento de trabajo no. 17).preliminares de algunos ensayos de crecimiento. Revista forestal Venezolana (Ven). p 49 - 72.
- ROLAND, P. (1977). Tablas de volumen para las especies coníferas de Guatemala. Guatemala: INAFOR, 1977. (Documento de trabajo no. 17) 161 p.

- SABORIO, F., (1979). Características de algunas especies forestales producidas bajo el programa de reforestación. San José, C.R. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General Forestal. Departamento de Repoblación Forestal. p 236 - 243.
- SALAZAR, F.R. (1973). Zonificación ecológica de *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* y *Tectona grandis* L.f. para Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 123 p.
- SALDARRIAGA, J.G. (1979). Estudio del sistema radicular de cuatro especies plantadas en la selva decídua de Bancode la reserva forestal de Caparo, Venezuela. Tesis Mag.Sc. Mérida, Ven., Universidad de los Andes, Centro de Estudios forestales de Postgrado. 120 p.
- SANCHES, P.A. (1981). Suelos tropicales, características y manejo. San José, C.R. IICA. 256 p.
- VELEZ, J.G. (1982). Índice de sitio, su estimación edáfica y rendimiento del Eucalipto saligna Sm. en Antioquía, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Tesis de grado. Colombia. 142 p.
- WADSWORTH, (1960). Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México, Indias Occidentales y Centro y Sur América. *Caribbean Forester* (P.R), 21 (Suplemento) p.

WEBB, B.D. (1980). Guia y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. Londres, G.B., Overseas Development Administration. 275 p.

ANEXOS

ANEXO 1

CUADRO 1. Asociación ORTHOXIC TROPUDULTS y TYPIC TROPUDULTS (A); (Extensión 2,136.8 km², 16.6 %).

Material Originario	Flujos basálticos y andesíticos			
Características principales de los suelos	Suelos profundos, bien drenados, textura arcillosa, estructura bien desarrollada, PH de 5.0 a 5.3, baja fertilidad, contenido de Aluminio de moderado a alto.			
Relieve	De casi plano a montañoso.			
Pendiente	2 - 60 %.			
Asna	30 - 300			
Clima	Precipitación (mm)	Temperatura (C°)	Zonas Climáticas (Köppen)	Zonas de Vida (Holdridge)
	2,000 - 4,000	22 - 28	Zona Tropical lluviosa con periodo seco corto, de 2 a 3 meses. (Am)	Bosque Tropical Húmedo (Bh-I)
Tipo de Vegetación Predominante	Vegetación adaptada a condiciones de buen drenaje, son especies comunes el Cedro macho (<i>Carapa nicaraquenses</i>), Guayabon (<i>Terminalia chiriquensis</i>), etc.			
Distribución	Planicie de Nueva Guinea y Planicie del Rama; pequeñas extensiones en la planicie de Bluefields, Colinas del Cerro Mawashang y Siquia Superior.			
Uso-Potencial	Cultivos			
	Anuales de Subsistencia	Seniperennes	Perennes	
	Maiz, frijoles, yuca, arroz y hortalizas.	Bananos, plátanos, guineos, caña de azúcar.	Pastos, palma africana, cítricos y plantaciones forestales. En pendientes menores del 30 % se pueden considerar buenos para el establecimiento de plantaciones Teca.	

CUADRO 2.

Asociación TYPIC TROPUDUTLS y ULTIC TROPUDALFS (B). (Extensión 2,970.4 km², 23.0 %).

Material Originario	Materiales volcánicos y de naturaleza ácida.			
Características principales de los suelos	Suelos bien profundos, textura, arcillosa, colores claros, bien estructurados, ligeramente plásticos y adhesivos, bien drenados, PH de 5.0 a 5.4 de mediana fertilidad, contenido de aluminio de baja a moderada.			
Relieve	Variando de ondulado a montañoso.			
Pendiente	5 - 60 %.			
msnm	30 - 400			
Clima	Precipitación (mm)	Temperatura (C°)	Zonas Climáticas (Köppen)	Zonas de Vida (Holdridge)
	2,300 - 4,000	22 - 28	Zona Tropical lluviosa con periodo seco corto de 2 a 3 meses. (Am)	Bosque Tropical Húmedo (Bh-T)
Tipo de Vegetación Predominante	Las formaciones vegetales presentes en estos suelos son fisonómicamente similares a todos los bosques húmedos bien drenados.			
Distribución	Tierras Altas de los Ríos Mico y Siquia, tierras Altas del Río Plata, Planicie de Nueva Guinea, Tierras Altas del Interior, Planicie del Rama y Planicie del Interior.			
Uso Potencial	Cultivo			
	Anuales de Subsistencia	Semiperennes	Perennes	
	Maíz, frijoles, yuca, arroz y hortalizas.	Bananos, guineos, caña de azúcar.	Pastos, palma africana, cítricos y plantaciones forestales. En sitios con pendientes menores del 30 % se pueden considerar aptos para el cultivo de la Teca.	

Material Originario	Rocas de composición básicas.			
Características principales de los suelos	Suelos profundos, bien drenados, textura arcillosa, colores claros, fuertemente estructurados, fuertemente ácidos, PH: 5.0; moderadamente fértiles con bajo contenido de Aluminio.			
Relieve	Ondulado a montañoso.			
Pendiente	5 - 60.			
msnm	300 -700			
Clima	Precipitación (mm)	Temperatura (C°)	Zonas Climáticas (Köppen)	Zonas de Vida (Holdridge)
	1,800 - 2,500	22 - 28	Zona Tropical lluviosa con período seco corto de 2 a 3 meses. (Am)	Bosque subtropical muy Húmedos. (Bmh-S)
Tipo de Vegetación Predominante	Vegetación adaptada a condiciones de buen drenaje. Sin embargo se encuentra la presencia de especies adaptadas a lugares más secos.			
Distribución	Tierras Altas del Interior.			
Uso Potencial	Cultivo			
	Anuales de Subsistencia	Semiperennes	Perennes	
	Maíz, frijoles, yuca, arroz y hortalizas.	Bananos, plátano, guineos, caña de azúcar.	Pastos (Jaragua, Guinea, Pangola, Estrella), Cítricos y plantaciones forestales. En sitios con pendientes menores del 30 % se pueden considerar buenos para el establecimiento de plantaciones de teca.	

Material Originario	Sedimentos aluviales.			
Características principales de los suelos	Suelos minerales, profundos a moderadamente profundos, imperfectamente drenados, con agua freática a 50 Cm en la época lluviosa, textura arcillosa, estructura moderadamente desarrollada, suelos friables, plásticos adhesivos, PH de 4.4 a 4.9, baja fertilidad, alto contenido de Aluminio.			
Relieve	De casi plano a ligeramente ondulado.			
Pendiente	0 - 5			
Asne	0 - 100			
Clima	Precipitación (mm)	Temperatura (C°)	Zonas Climáticas (Köppen)	Zonas de Vida (Holdridge)
	2,500 - 4,000	22 - 28	Zona Tropical lluviosa con periodo seco corto de 2 a 3 meses. (Am)	Bosque Tropical Húmedo (Bh-T)
Tipo de Vegetación Predominante	Vegetación típica de zonas de marcada deficiencia de drenaje (drenaje imperfecto)			
Distribución	Planicie del Rama y planicie de Bluefields.			
Uso Potencial	Cultivos			
	Anuales de Subsistencia	Semiperennes	Perennes	
	Arroz.		Pastos (principalmente Alemán), Cacao, Caucho y plantaciones forestales con especies adaptadas a condiciones de mal drenaje. Estos suelos no son recomendados para el cultivo de la Teca, debido a las condiciones de mal drenaje que presenta.	

Material Originario	Tobas vítricas dacíticas - riolíticas y tobas ácidas dacíticas.			
Características principales de los suelos	Suelos profundos, moderadamente a bien drenados, textura arcillosa de colores pardos, bien estructurados, PH neutro a fuertemente ácidos PH: 5.4 - 7.2. son suelos fértiles a medianamente fértiles, con contenido de Aluminio bajo.			
Relieve	Fuertemente ondulado a montañosos			
Pendiente	10, 20 - 60			
Asno	200 - 335			
Clima	Precipitación (mm)	Temperatura (C°)	Zonas Climáticas (Köppen)	Zonas de Vida (Holdridge)
	2,500	22 - 25.5	Zona Tropical lluviosa con período seco corto (Am)	Bosque Tropical Húmedo (Bh-T)
Tipo de Vegetación Predominante	La vegetación existente se encuentra en los márgenes de los ríos, se encuentran comunidades forestales de bosque secundario en áreas alejadas de los ríos.			
Distribución	Planicie de Nueva Guinea, tierras Altas del Río Mico y Siquia.			
Uso Potencial	Cultivos			
	Anuales de Subsistencia	Sesiperennes	Perennes	
	En pendiente menores de 30 % con prácticas de manejo del suelo se pueden aprovechar para Piña, Caña de Azúcar y Yuca.		Pastos (Jaragua, Guinea, Pangola, Estrella) Cítricos y plantaciones forestales principalmente. En sitios con pendientes inferiores al 30 % se puede considerar buenos para el cultivo de la Teca.	

CUADRO 6.

ABUIC TROPUDALFS (F) (Extensión 158.6 km², 1.3 %).

Material Originario	Sedimentos tobáceos de composición dacítica.			
Características principales de los suelos	Suelos moderadamente profundos, bien drenados, textura arcillosa, PH: 5.0 y 5.1; son suelos fértiles, con bajo contenido de Aluminio.			
Relieve	Fuertemente ondulados a montañosos			
Pendiente	10 - 60			
msnm	300 - 600			
Clima	Precipitación (mm)	Temperatura (C°)	Zonas Climáticas (Köppen)	Zonas de Vida (Holdridge)
	1,900 - 2,200	22 - 25	Zona Tropical lluviosa con periodo seco corto de 2 a 3 meses. (Am)	Bosque Subtropical muy húmedo. (Bwh-S)
Tipo de Vegetación Predominante	Formaciones vegetales similares a las encontradas en zonas con fuerte intervención humana. Las principales masas forestales se encuentran en los márgenes de los ríos.			
Distribución	Tierras Altas del Interior.			
Uso Potencial	Cultivos			
	Anuales de Subsistencia	Semiperennes	Perennes	
	En pendientes menores de 30 % con prácticas de conservación de suelos, se pueden aprovechar para Piña, Caña de Azúcar y Yuca.		Pastos (Jaraguá, Guinea, Pangola, Estrella) Cítricos, y en especial para plantaciones forestales. En sitios con pendientes menores del 30 % se pueden considerar moderadamente buenos para establecer plantaciones de Teca.	

Material Originario	Tobas dacíticas y tobas de composición dacítica.			
Características principales de los suelos	Suelos moderadamente profundos, moderadamente bien drenados, textura franco arcillosa pardo a pardo amarillenta, bien estructurado PH: 5.3 y 5.7, suelos de mediana fertilidad, con bajo contenido de Aluminio.			
Relieve	Ondulado a montañoso.			
Pendiente	5 - 60			
Asno	30 - 300			
Clima	Precipitación (mm)	Temperatura (C°)	Zonas Climáticas (Köppen)	Zonas de Vida (Holdridge)
	2,500 - 3,500	25	Zona Tropical lluviosa con periodo seco corto de 2 a 3 meses. (Am)	Bosque Tropical Húmedo (Bh-T)
Tipo de Vegetación Predominante	Vegetación con fisonomía de bosques altos tropicales, con abundantes especies en el piso superior.			
Distribución	Planicie del Rama, Siquia Superior y tierras Altas del Interior.			
Uso Potencial	Cultivos			
	Anuales de Subsistencia	Semiperennes	Perennes	
	Maiz, frijoles, Yuca, Arroz y Hortalizas.	Bananos, plátanos Guineos y Caña de Azúcar.	Pastos, palma africana, Cítricos y plantaciones forestales. En pendientes menores del 30 % se pueden considerar buenos para el establecimiento de la Teca.	

Material Originario	Aglomerados andesíticos.			
Características principales de los suelos	Suelos profundos a moderadamente profundos, bien drenados, arcillosos oscuros, PH de 5.8 a 6.5, son suelos fértiles, con bajo contenido de Aluminio, muy pedregosos que varía del 2 al 5 %, tiene abundantes rocas andesitas sobre la superficie y fuertemente dentro del perfil.			
Relieve	Ondulado a montañoso.			
Pendiente	5 - 30 %.			
esno	150 - 680			
Clima	Precipitación (mm)	Temperatura (C°)	Zonas Climáticas (Köppen)	Zonas de Vida (Holdridge)
	2,000 - 2,500	22 - 28	Zona Tropical lluviosa con periodo seco corto de 2 a 3 meses. (Am)	Bosque Tropical Húmedo (Bh-T)
Tipo de Vegetación Predominante	Vegetación típica de zonas fuertemente intervenidas por la acción humana.			
Distribución	Tierras Altas del Interior.			
Uso Potencial	Cultivos			
	Anuales de Subsistencia	Semiperennes	Perennes	
	En pendientes menores del 30 % y en áreas menos pedregosas se puede cultivar Cítricos y otros frutales.		Pastos y plantaciones forestales. En sitios con pendientes menores del 20% y con poco contenido de rocas dentro del perfil del suelo, son muy buenos para establecer plantaciones de Teca.	

Material Originario	Tobas y basaltos andesíticos; y rocas ácidas o básicas.			
Características principales de los suelos	Suelos profundos a pocos profundos, bien desarrollados, limitados por pedregosidad, textura arcillosa, pardos y con un solus bien delgado, bien estructurado, bien drenados hasta excesivamente bien drenados, con un PH de 5.1 a 5.8; son considerados fértiles a medianamente fértiles.			
Relieve	Ondulado a montañoso.			
Pendiente	5 - 60 %.			
Asno	300 - 650			
Clima	Precipitación (mm)	Temperatura (C°)	Zonas Climáticas (Köppen)	Zonas de Vida (Holdridge)
	1.900 - 2,000	22 - 24	Zona Tropical lluviosa con período seco definido de 3 meses. (Aw1)	Bosque Subtropical muy húmedo. (Bah-S)
Tipo de Vegetación Predominante	Vegetación de crecimiento secundario, debido a que están fuertemente intervenidos. Las especies predominantes son típicas de clima tropical lluviosa, con estación seca definida.			
Distribución	Tierras Altas del Interior.			
Uso Potencial	Cultivos			
	Anuales de subsistencia	Sesiperennes	Perennes	
	Maíz, frijoles, yuca, Arroz y hortalizas.	Bananos, plátanos Guineos, Caña de azúcar.	Fastos (Jaraqua, guinea, pangola, estrella) Palma africana, Cítricos y sobre todo plantaciones forestales, con especies adaptadas a estas condiciones. En sitios con menor grado de pedregosidad y en pendientes inferiores del 20 % se pueden utilizar para el cultivo de la Teca.	

Material Originario	Rocas ácidas identificadas como tobas de grano fino.			
Características principales de los suelos	Suelos moderadamente profundos, con un lecho rocoso entre los 50 y 100 cm, son bien drenados, textura arcillosa color amarillento, presentan un PH de fuerte a moderadamente ácidos de 5.1 a 5.8; presentan muy poca pedregosidad, son moderadamente fértiles, con un moderado contenido de Aluminio.			
Relieve	Fuertemente ondulado a montañoso.			
Pendiente	10 - 60 %.			
asno	200 - 600			
Clima	Precipitación (mm)	Temperatura (C°)	Zonas Climáticas (Köppen)	Zonas de Vida (Holdridge)
	2,000 - 2,500	22 - 28	Zona Tropical lluviosa con periodo seco corto de 2 a 3 meses. (Am)	Bosque Subtropical muy húmedo. (Bsh-S)
Tipo de Vegetación Predominante	Los principales núcleos de vegetación se encuentran en las márgenes de los ríos (bosque de galería) con abundantes especies de vegetación secundaria..			
Distribución	Tierras Altas del Interior.			
Uso Potencial	Cultivos			
	Anuales de subsistencia	Semiperennes	Perennes	
	Maíz, frijoles, yuca, arroz y hortalizas.	Bananos, platanos, Guineos, Caña de azúcar.	Pastos (Jaraqua, guinea, pangola, estrella) Palma africana, Cítricos y sobre todo plantaciones forestales. En sitios con suelos de mayor profundidad y con pendientes menores del 20 % se pueden considerar para el establecimiento de Teca	

Material Originario	Sedimentos recientes no consolidados.			
Características principales de los suelos	Suelos minerales profundos, imperfectamente drenados con agua freática cerca de la superficie en la época lluviosa, textura arcillosa liviana, estructura de fuerte a débil, ligeramente plásticos y adhesivos, Ph de 5.0 y 5.3, poseen baja fertilidad y moderado contenido de Aluminio.			
Relieve	Plano.			
Pendiente	0 - 1 %.			
asna	10 - 50 (situados en zonas bajas húmedas y muy húmedas).			
Clima	Precipitación (mm)	Temperatura (C°)	Zonas Climáticas (Köppen)	Zonas de Vida (Holdridge)
	3,500 - 4,000	22 - 28	Zona Tropical lluviosa con periodo seco corto de 2 a 3 meses. (Am)	Bosque Tropical Húmedo (Sh-T)
Tipo de Vegetación Predominante	Vegetación adaptada a suelos pobremente drenados.			
Distribución	Planicie del Rama, Planicie Inundada del Este. Existen pequeñas extensiones cercas de las proximidades de la Estación Experimental El Recreo.			
Uso Potencial	Cultivos			
	Anuales de Subsistencia	Semiperennes	Perennes	
	En los bancos aluviales de las riveras de los rios se pueden cultivar Citricos, Cocos y hortalizas.		Pastos (Aleman) y especialmente plantaciones forestales con especies propias de la zona. Estos suelos no son aptos para el cultivo de la Teca, debido a que son suelos muy superficiales, imperfectamente drenados, arcillosos.	

CUADRO 12.

#APLIC HIDROQUENTS y TYPIC TROPAQUEPTS (L), (Extensión 370.0 ha², 2.6 %).

Material Originario	Sedimentos aluviales.			
Características principales de los suelos	Suelos minerales profundos, muy pobremente drenados, textura arcillosa, ligeramente plásticos y adhesivos, pardo grisáceos oscuros, estructura débil, PH de 4.9 a 4.7, presentan baja fertilidad y alto contenido de Aluminio.			
Relieve	Plano.			
Pendiente	0 - 1 %.			
Asna	0 - 20 (situados en zonas bajas húmedas y muy húmedas).			
Clima	Precipitación (mm)	Temperatura (C°)	Zonas Climáticas (Köppen)	Zonas de Vida (Holdridge)
	2,500 - 4,500	22 - 28	Zona Tropical lluviosa con periodo seco corto de 2 a 3 meses. (Am)	Bosque tropical húmedo. (Bh-T)
Tipo de Vegetación Predominante	Vegetación adaptada a suelos con tabla de agua sobre o cerca de la superficie la mayor parte del año.			
Distribución	Tierras Altas del Interior, Planicie de Nueva Guinea, Planicie Inundada del Este, Planicie del Rama y Planicie de Bluefields.			
Uso Potencial	Cultivos			
	Anuales de Subsistencia	Semiperennes	Perennes	
	En los bancos aluviales de los ríos se pueden cultivar Cítricos, Cocos y Hortalizas.		Pastos (Aleman) y bosques de reserva especialmente. Los sitios que presentan este tipo de suelo no son apropiados para el establecimiento de plantaciones de Teca, debido a las condiciones de mal drenaje principalmente.	

Material Originario	Sedimentos arenosos de origen marino.			
Características principales de los suelos	Suelos minerales profundos, pobremente drenados, textura franco arenosa a franco, ligeramente plásticos y adhesivos, débilmente estructurados, la mayor parte del año permanecen saturados de agua desde unos 12 Cm de profundidad, Ph de 4.7 a 5.8, poseen muy baja fertilidad y moderado contenido de Aluminio.			
Relieve	Plano.			
Pendiente	0 - 1 %.			
usna	0 - 2			
Clima	Precipitación (mm)	Temperatura (C°)	Zonas Climáticas (Köppen)	Zonas de Vida (Holdridge)
	2,500 - 4,300	26 - 27	Zona Tropical lluviosa sin período seco definido (Afi)	Bosque Tropical muy húmedo. (Bsh-T)
Tipo de Vegetación Predominante	Vegetación típica de suelos mal drenados. Generalmente está formado por Palmae, Cyperáceae, arbustos y gramíneas.			
Distribución	Planicie Inundada del Este.			
Uso Potencial	Cultivos			
	Anuales de Subsistencia	Semiperennes	Perennes	
	En los bancos aluviales de las riveras de los ríos se pueden cultivar Citricos, Cocos y Hortalizas.		Las limitaciones de drenaje hacen que su uso se restrinja a ciertos pastos (Aleaán) y plantaciones forestales con especies adaptadas a condiciones de mal drenaje, por lo tanto no son aptos para el cultivo de la Teca.	

CUADRO 14. Asociación TYPIC HYDRAQUENTS y HAPLIC HYDRAQUENTS (N), (Extensión 793.8 Km², 6.2 %).

Material Originario	Sedimentos aluviales.			
Características principales de los suelos	Suelos minerales profundos, imperfectamente drenados, son suelos pantanosos de textura arcillosa limosa ligeramente plásticos y adhesivos, en áreas cercanas al mar el contenido de sales aumenta considerablemente, PH de 4.7 a 4.9, poseen muy baja fertilidad y alto contenido de Aluminio.			
Relieve	Plano.			
Pendiente	0 - 1 %.			
msnm	0 - 20			
Clima	Precipitación (mm)	Temperatura (C°)	Zonas Climáticas (Köppen)	Zonas de Vida (Holdridge)
	3,500 - 4,500	26 - 27	Zona Tropical lluviosa con periodo seco corto, de 2 a 3 meses. (Awi)	Bosque Tropical muy húmedo. (Bsh-T)
Tipo de Vegetación Predominante	Vegetación típica de suelos mal drenados.			
Distribución	Planicie Inundada del Este.			
Uso Potencial	Cultivos			
	Anuales de Subsistencia	Semiperennes	Perennes	
	Constituyen áreas pantanosas que no son aptas para ningún uso agropecuario y por lo tanto se consideran como áreas de reserva. La parte comprendida entre el inicio del Rio Escondido y su delta presenta condiciones óptimas para incrementar el turismo.			

Clase de uso	Descripción (uso potencial)	Características de los Suelos	UNIDADES CARACTERÍSTICAS	(3)	Anual (en)
1	-Agricultura de Subsistencia -Cultivos perennes -Ganadería extensiva -Bosques.	Suelos profundos, arcillosos bien drenados, originados de rocas básicas y suelos moderadamente profundos, arcillosos, moderadamente bien drenados, fértiles a medianamente fértiles, originados de rocas ácidas.	-Orthoxic Tropudults y Typic Tropudults -Typic Tropudults y Ultic Tropudults. -Typic Tropudults y Typic Tropudults. -Ultic Aquic Tropudults y Aquic Tropudults. -Typic Argiudults; -Typic Dystrupepts.	0 a 15	2,000 a 3,000
2	-Agricultura de Subsistencia -Cultivos perennes -Ganadería extensiva -Bosques.	Suelos profundos, arcillosos, bien drenados, originados de rocas básicas y suelos moderadamente profundos, arcillosos, moderadamente bien drenados, originados de rocas ácidas de fértiles a medianamente fértiles.	-Orthoxic Tropudults y Typic Tropudults -Typic Tropudults y Ultic Tropudults. -Ultic Aquic Tropudults y Aquic Tropudults.	0 a 15	3,000 a 4,000
3	-Agricultura de Subsistencia -Cultivos perennes -Ganadería extensiva -Bosques.	Suelos profundos y moderadamente profundos, arcillosos, de drenaje imperfecto con agua freática a 50 cm en la época lluviosa, son suelos poco fértiles originados de sedimentos aluviales.	-Plinthic Orthoxic Tropudults y Plinthic Tropudults.	0 a 5	2,000 a 4,000
4	-Ganadería muy extensiva -Bosques.	Suelos muy superficiales limitados por gley a pocos centímetros, arcillosos arenosos de drenaje imperfecto, pobre y muy pobre, agua freática cerca de la superficie en la época lluviosa, poco fértiles, originados de sedimentos aluviales.	-Typic Tropequepts -Haplic Hydraquents y Typic Tropequepts -Psammentic Tropequepts	0 a 3	2,000 a > 4,000
5	-Ganadería extensiva -Cultivos especiales -Bosques.	Suelos profundos, arcillosos bien drenados, originados de rocas básicas y suelos moderadamente profundos franco arcillosos a arcillosos, moderadamente bien drenados, originados de rocas ácidas o intermedias.	-Orthoxic Tropudults y Typic Tropudults -Typic Tropudults y Ultic Tropudults. -Typic Tropudults y Typic Tropudults. -Typic Tropudults y Aquic Tropudults. -Aquic Tropudults. -Ultic Aquic Tropudults y Aquic Tropudults. -Typic Argiudults; -Typic Dystrupepts.	15 a 50	2,000 a > 4,000
6	-Ganadería extensiva -Bosques.	Suelos poco profundos, limitados por pedregosidad y suelos profundos, pero pedregosos, bien hasta excesivamente drenados, fértiles a medianamente fértiles, originados de rocas básicas o ácidas.	-Typic Eutropepts y Typic Argiudults (incluyendo Lithic Eutropepts y Lithic Tropepents).	0 a 50	1,800 a 2,000
7	-Bosques	Suelos poco profundos hasta profundos con o sin piedras o afloraciones rocosas de cualquier textura bien drenados, fértiles a medianamente fértiles originados de rocas básicas, ácidas o intermedias.	Las mismas de la clase 5	> 50	2,000 a > 4,000
8	-Protección de la vida silvestre	Terrenos pantanosos inundados todo el año, poco fértiles.	-Typic Hydraquents y Haplic Hydraquents	0	3,500 a > 4,000

de uso	Climática	Bioclimática	Anuales de Subsistencia			AMS*		
				Semi-perennes	Perennes			
1	(Ami) Tropical lluviosa, con periodo seco corto de 2 a 3 meses.	Bosque Tropical Húmedo.	Maíz, frijoles, yuca, arroz, hortalizas.	Banano, plátano, guineo, piña, caña de azúcar.	Pastos Palma africana, Citricos, Bosques y plantaciones forestales como la Teca.	2.291	19.0	Las temperaturas y las precipitaciones altas típicas de la zona, determinan la mineralización rápida de la materia orgánica y la lixiviación de los nutrientes. Esto origina una degradación acelerada de los suelos y una disminución progresiva de la fertilidad.
2	(Ami) Tropical lluviosa, con periodo seco corto de 2 a 3 meses.	Bosque Tropical Húmedo.	Yuca, arroz, hortalizas.	Banano, plátano, guineo, piña, caña de azúcar.	Pasto, Cacao, Hule, Palma africana, Citrico y plantaciones forest, son buenos para la Teca	900	7.1	La mayoría de los suelos son ácidos y muy ácidos, características asociadas con procesos que disminuyen la adsorción de ciertos elementos, favorecen la toxicidad del hierro y aluminio, y deficiencia del calcio y magnesio.
3	(Ami) Tropical lluviosa, con periodo seco corto de 2 a 3 meses.	Bosque Tropical Húmedo.	Arroz.		Pastos principalmente Alemán, Cacao, Hule, y plantaciones forestales, no son aptos para Teca.	2.016	20.6	Los suelos, en general, se caracterizan por presentar una capa superficial relativamente delgada rica en materia orgánica, que descansa sobre un horizonte mineral. La condición primordial para guardar o prolongar la capa fértil productiva del suelo, es conservar la materia orgánica. Por tal razón se considera que la mecanización es peligrosa en las condiciones existentes.
4	(Ami y Afi) Tropical lluviosa, con periodo seco corto, y sin periodo seco	Bosque Tropical Húmedo y Bosque Tropical muy Húmedo	En los bancos aluviales de las riberas de los ríos se pueden cultivar: cítricos, cocos, hortalizas.		Pastos (Alemán) y plantaciones forestales, pero no son aptos para el cultivo de la Teca.	626	4.9	La explotación comercial de cultivos anuales es muy restringida. Por esta razón, se consideran de subsistencia. Las condiciones adversas de clima, suelo y en algunos casos limitaciones severas de topografía (las clases 5, 6 y 7) o drenaje (las clases 3 y 4), del bajo nivel socio-económico y de la escasa infraestructura, hacen que la zona sea adecuada principalmente para explotaciones pecuarias cultivos perennes y bosques.
5	(Ami y Afi) Tropical lluviosa con periodo seco corto y sin periodo seco.	Bosque Tropical Húmedo y Bosque Subtropical muy Húmedo	En pendientes menores de 30 % con prácticas de manejo y conservación de suelos, se puede aprovechar para piña, caña de azúcar y yuca.		Pastos (jaraqua, guinea, pangola, estrella); Citricos; y plantaciones forestales, son buenos para la Teca.	3.820	30.1	
6	(Ami) Tropical lluviosa con periodo seco definido de 3 meses.	Bosque Subtropical muy Húmedo	En pendientes menores de 30 % y en suelos menos pedregosos se pueden cultivar cítricos y frutales		Pastos y plantaciones forestal. son muy pedregosos y superficiales para la Teca	288	2.3	Las limitaciones principales residen en la pedregosidad, reducida profundidad efectiva y pendiente.
7	Como la clase 5	Como la clase 5			Bosques, no son aptos para cultivar Teca debido a fuertes pendiente	1.328	10.5	La limitación principal es la pendiente muy fuerte.
8	(Afi) Tropical lluviosa sin periodo seco	Bosque Tropical muy Húmedo				832	6.5	

ANEXO 2

Cuadro 1. Promedio de datos climáticos El Recreo

ESTACION: Centro Experimental El Recreo

LOCALIZACION: Cuenca 061 - 002 Río Escondido

LATITUD: 12°10' N

LONGITUD: 84°19' O

ELEVACION: 30 msnm.

Datos Climáticos	Años de Registro	Meses												Promedio Anual
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Precipitación (mm)	43	161.79	89.16	52.16	70.72	205.7	436.7	529.4	453.6	294.1	390.7	243.5	203.9	2987.42
Temp. Media (C°)	16	24.13	24.40	25.39	26.29	27.04	26.30	25.88	25.96	26.31	25.95	25.46	24.71	25.64
Temp. Máxima (C°)	16	28.63	29.49	31.41	32.51	32.43	30.05	29.19	29.78	30.39	29.96	29.29	28.70	30.15
Temp. Mínima (C°)	16	19.47	19.18	19.19	19.75	21.55	22.23	22.06	22.11	22.04	21.79	21.46	20.49	20.95
Biotemperatura (C°)	5	24.10	23.90	24.60	24.60	24.20	24.60	24.70	24.70	24.50	24.60	24.70	24.30	24.50
Humedad relativa (%)	16	86.00	83.00	79.00	77.00	71.00	88.00	89.00	90.00	83.00	90.00	84.00	98.00	86.00
Evaporación (mm)	15	94.60	103	144.3	143.1	137.2	94.10	84.70	85.90	94.10	86.30	80.31	84.60	102.68
Velocidad del Viento (Km/hora)	16	1.80	1.80	1.80	1.90	1.54	1.30	1.30	1.60	2.40	1.60	1.50	1.70	1.70

Fuente: Instituto Nicaragüense de Energía (INE), 1987.

ANEXO 3

CUADRO 1. Diámetro a la altura del pecho con corteza (DAPcc) por categoría diamétrica, de la plantación de teca (*Tectona grandis* L.f.); Centro Experimental El Recreo; 1986.

Marca de clase	DAP promedio (cm)	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
3	3.7	8	8
6	6.2	28	36
9	9.3	44	80
12	14.3	57	137
15	15.3	95	232
18	18.4	114	346
21	21.3	146	492
24	24.3	191 *	683
27	27.1	177	860
30	30.1	154	1014
33	33.2	103	1117
36	36.2	85	1202
39	39.2	59	1261
42	42.1	37	1298
45	45.3	21	1319
48	48.3	16	1335
51	51.0	6	1341
54	53.3	3	1344
57	57.0	2	1346

DAPcc Promedio : 26.76 cm.
 IMA (Incremento Medio Anual): 1.49 Cm.

CUADRO 2. Altura promedio a la primera ramificación (H) por marca de clase, de la plantación de teca (*Tectona grandis* L.f.); Centro Experimental El Recreo; 1986.

Marca de clase	H promedio (m)	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
3	-	0	0
6	6.40	5	5
9	4.03	5	10
12	5.98	17	27
15	6.53	29	56
18	8.80	22	78
21	10.00	42	120
24	10.00	67 *	187
27	12.00	55	242
30	11.00	50	292
33	12.51	35	327
36	12.00	31	358
39	13.30	20	378
42	11.00	20	398
45	10.00	10	408
48	13.00	10	418
51	8.00	4	422
54	12.30	2	424
57	17.50	2	426

Altura Promedio a la primera Ramificación: 10.46 m.
 IMA (Incremento Medio Anual) : 0.57 m.

CUADRO 3. Area basal por categoría diamétrica (m²), de la plantación de teca (*Tectona grandis* L.f.); Centro Experimental El Recreo; 1986.

Marca de clase	DAP promedio (cm)	Frecuencia relativa	Area basal promedio (m ²)	Area basal acumulada
3	3.7	8	0.0011	0.0086
6	6.2	28	0.0030	0.0845
9	9.3	44	0.0067	0.2989
12	14.3	57	0.0161	0.9155
15	15.3	95	0.0184	1.7466
18	18.4	114	0.0266	3.0313
21	21.3	146	0.0356	5.2024
24	24.3	191 *	0.0464	8.8580
27	27.1	177	0.0577	10.2094
30	30.1	154	0.0712	10.9583
33	33.2	103	0.0866	8.9167
36	36.2	85	0.1029	8.7484
39	39.2	59	0.1207	7.1206
42	42.1	37	0.1392	5.1506
45	45.3	21	0.1612	3.3846
48	48.3	16	0.1832	2.9316
51	51.0	6	0.2043	1.2257
54	53.3	3	0.2231	0.6694
57	57.0	2	0.2552	0.5103

Area basal Promedio/árbol : 0.0594 m².
 Area basal Promedio/ha. : 19.9929 m².
 Area basal Total : 79.9714 m².
 Area basal Promedio/ha/año : 1.1107 m².

CUADRO 4. Volumen real aprovechable promedio (V), por marca de clase, de la plantación de teca (*Tectona grandis* L.f.); Centro Experimental El Recreo; 1986.

Marca de clase	Diámetro promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Frecuencia relativa	Volumen real promedio (m ³)	Volumen real total promedio (m ³)
3	3.7	-	8		
6	6.2	6.40	28	0.0104	0.2922
9	9.3	4.03	44	0.0148	0.6504
12	14.3	5.98	57	0.0519	2.9562
15	15.3	6.53	95	0.0648	6.1589
18	18.4	8.80	114	0.1264	14.4048
21	21.3	10.00	146	0.1924	28.0929
24	24.3	10.00	191	0.2504	47.8333
27	27.1	12.00	177	0.3738	66.1573
30	30.1	11.00	154	0.4227	65.0925
33	33.2	12.51	103	0.5848	60.2359
36	36.2	12.00	85	0.6669	56.6894
39	39.2	13.30	59	0.8668	51.1399
42	42.1	11.00	37	0.8269	30.5945
45	45.3	10.00	21	0.8703	18.2768
48	48.3	13.00	16	1.2862	20.5799
51	51.0	8.00	6	0.8825	5.2950
54	53.3	12.30	3	1.4820	4.4459
57	57.0	17.50	2	2.4114	4.8228

Volumen real Total Aprovechable : 492.68 m³.
 Volumen Real Total Aprovechable/ha : 123.20 m³.
 Volumen Real Aprovechable/ha/año : 6.84 m³.

ANEXO 4

DAP ca	ALTURA (m)											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
3	1,5070	1,4434	1,5401	1,6152	1,6765	1,7283	1,7735	1,8129	1,8483	1,8804	1,9098	
4	1,5882	1,7246	1,8214	1,8964	1,9577	2,0096	2,0548	2,0941	2,1295	2,1616	2,1908	
5	1,8084	1,9427	2,0395	2,1145	2,1758	2,2277	2,2726	2,3122	2,3476	2,3797	2,4090	
6	1,9846	2,1209	2,2177	2,2927	2,3541	2,4059	2,4508	2,4904	2,5259	2,5579	2,5872	
7	2,1553	2,2716	2,3684	2,4434	2,5047	2,5565	2,6015	2,6411	2,6765	2,7086	2,7379	
8	2,2658	2,4022	2,4989	2,5740	2,6353	2,6871	2,7320	2,7716	2,8071	2,8391	2,8684	
9	2,3809	2,5173	2,6140	2,6891	2,7504	2,8023	2,8472	2,8868	2,9222	2,9543	2,9835	
10	2,4839	2,6203	2,7170	2,7921	2,8534	2,9052	2,9502	2,9898	3,0252	3,0573	3,0865	
11	2,5771	2,7134	2,8102	2,8852	2,9466	2,9984	3,0433	3,0829	3,1184	3,1504	3,1797	
12	2,6621	2,7985	2,8953	2,9703	3,0316	3,0835	3,1284	3,1680	3,2034	3,2355	3,2647	
13	2,7404	2,8767	2,9735	3,0485	3,1099	3,1617	3,2066	3,2462	3,2817	3,3137	3,3430	
14	2,8128	2,9492	3,0459	3,1210	3,1823	3,2341	3,2791	3,3187	3,3541	3,3862	3,4154	
15	2,8803	3,0166	3,1134	3,1884	3,2497	3,3016	3,3465	3,3861	3,4215	3,4536	3,4829	
16	2,9434	3,0797	3,1765	3,2515	3,3128	3,3647	3,4096	3,4492	3,4846	3,5167	3,5460	
17	3,0026	3,1390	3,2357	3,3108	3,3721	3,4239	3,4688	3,5085	3,5439	3,5759	3,6052	
18	3,0585	3,1949	3,2916	3,3666	3,4280	3,4798	3,5247	3,5643	3,5998	3,6318	3,6611	
19	3,1113	3,2477	3,3445	3,4195	3,4809	3,5327	3,5776	3,6172	3,6526	3,6847	3,7139	
20	3,1615	3,2978	3,3946	3,4696	3,5310	3,5828	3,6277	3,6673	3,7028	3,7348	3,7641	
21	3,2092	3,3455	3,4423	3,5173	3,5787	3,6305	3,6754	3,7150	3,7505	3,7825	3,8118	
22	3,2546	3,3910	3,4878	3,5628	3,6241	3,6760	3,7209	3,7605	3,7959	3,8280	3,8572	
23	3,2981	3,4345	3,5312	3,6063	3,6676	3,7194	3,7643	3,8039	3,8394	3,8714	3,9007	
24	3,3397	3,4761	3,5728	3,6479	3,7092	3,7610	3,8059	3,8455	3,8810	3,9130	3,9423	
25	3,3796	3,5160	3,6127	3,6878	3,7491	3,8009	3,8458	3,8854	3,9209	3,9529	3,9822	
26	3,4179	3,5543	3,6511	3,7261	3,7874	3,8393	3,8842	3,9238	3,9592	3,9913	4,0205	
27	3,4548	3,5912	3,6879	3,7630	3,8243	3,8762	3,9211	3,9607	3,9961	4,0282	4,0574	
28	3,4904	3,6267	3,7235	3,7985	3,8599	3,9117	3,9566	3,9962	4,0317	4,0637	4,0930	
29	3,5247	3,6610	3,7578	3,8328	3,8942	3,9460	3,9909	4,0305	4,0660	4,0980	4,1273	
30	3,5578	3,6942	3,7909	3,8660	3,9273	3,9791	4,0241	4,0637	4,0991	4,1312	4,1604	
31	3,5899	3,7262	3,8230	3,8980	3,9594	4,0112	4,0561	4,0957	4,1312	4,1632	4,1925	
32	3,6209	3,7573	3,8540	3,9291	3,9904	4,0422	4,0871	4,1268	4,1622	4,1942	4,2235	
33	3,6510	3,7874	3,8841	3,9592	4,0205	4,0723	4,1172	4,1568	4,1923	4,2243	4,2536	
34	3,6802	3,8166	3,9133	3,9883	4,0497	4,1015	4,1464	4,1860	4,2215	4,2535	4,2828	
35	3,7085	3,8449	3,9416	4,0167	4,0780	4,1298	4,1747	4,2144	4,2498	4,2818	4,3111	
36	3,7360	3,8724	3,9692	4,0442	4,1055	4,1574	4,2023	4,2419	4,2773	4,3094	4,3386	
37	3,7628	3,8992	3,9959	4,0710	4,1323	4,1842	4,2291	4,2687	4,3041	4,3362	4,3654	
38	3,7889	3,9253	4,0220	4,0971	4,1584	4,2102	4,2551	4,2947	4,3302	4,3622	4,3915	
39	3,8143	3,9507	4,0474	4,1225	4,1838	4,2356	4,2805	4,3201	4,3556	4,3876	4,4169	
40	3,8390	3,9754	4,0722	4,1472	4,2085	4,2604	4,3053	4,3449	4,3803	4,4124	4,4416	
41	3,8632	3,9995	4,0963	4,1713	4,2327	4,2845	4,3294	4,3690	4,4045	4,4365	4,4658	
42	3,8867	4,0231	4,1198	4,1949	4,2562	4,3081	4,3530	4,3926	4,4280	4,4601	4,4895	
43	3,9097	4,0461	4,1428	4,2179	4,2792	4,3311	4,3760	4,4156	4,4510	4,4831	4,5123	
44	3,9322	4,0686	4,1653	4,2404	4,3017	4,3535	4,3984	4,4380	4,4735	4,5055	4,5348	
45	3,9542	4,0905	4,1873	4,2623	4,3237	4,3755	4,4204	4,4600	4,4955	4,5275	4,5568	
46	3,9757	4,1120	4,2088	4,2838	4,3451	4,3970	4,4419	4,4815	4,5169	4,5490	4,5783	
47	3,9967	4,1330	4,2298	4,3048	4,3662	4,4180	4,4629	4,5025	4,5380	4,5700	4,5993	
48	4,0173	4,1536	4,2504	4,3254	4,3867	4,4386	4,4835	4,5231	4,5585	4,5906	4,6199	
49	4,0374	4,1738	4,2705	4,3456	4,4069	4,4587	4,5036	4,5433	4,5787	4,6107	4,6400	
50	4,0572	4,1935	4,2903	4,3653	4,4266	4,4785	4,5234	4,5630	4,5984	4,6305	4,6598	
51	4,0765	4,2129	4,3096	4,3847	4,4460	4,4978	4,5428	4,5824	4,6178	4,6499	4,6791	
52	4,0955	4,2319	4,3286	4,4037	4,4650	4,5168	4,5617	4,6013	4,6368	4,6688	4,6981	
53	4,1141	4,2505	4,3472	4,4223	4,4836	4,5354	4,5804	4,6200	4,6554	4,6875	4,7167	
54	4,1324	4,2688	4,3655	4,4406	4,5019	4,5537	4,5986	4,6382	4,6737	4,7057	4,7350	
55	4,1503	4,2867	4,3834	4,4585	4,5199	4,5717	4,6166	4,6562	4,6916	4,7237	4,7529	
56	4,1679	4,3043	4,4011	4,4761	4,5374	4,5893	4,6342	4,6738	4,7092	4,7413	4,7705	
57	4,1852	4,3216	4,4184	4,4934	4,5547	4,6066	4,6515	4,6911	4,7265	4,7586	4,7878	
58	4,2022	4,3386	4,4354	4,5104	4,5717	4,6236	4,6685	4,7081	4,7435	4,7756	4,8048	
59	4,2190	4,3553	4,4521	4,5271	4,5884	4,6403	4,6852	4,7248	4,7602	4,7923	4,8216	
60	4,2354	4,3717	4,4685	4,5435	4,6049	4,6567	4,7016	4,7412	4,7767	4,8087	4,8380	

$$\text{LogVcc} = 2.2508 \text{ Log(DAPcc)} + 0.7744 \text{ Log(H)}$$

DAP cm	ALTURA (m)									
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
3	1,9365	1,9615	1,9847	2,0064	2,0268	2,0460	2,0642	2,0814	2,0978	2,1135
4	2,2178	2,2427	2,2659	2,2876	2,3080	2,3272	2,3454	2,3625	2,3790	2,3947
5	2,4339	2,4608	2,4849	2,5057	2,5261	2,5453	2,5635	2,5808	2,5972	2,6128
6	2,6141	2,6390	2,6622	2,6839	2,7043	2,7235	2,7417	2,7590	2,7754	2,7910
7	2,7648	2,7897	2,8129	2,8346	2,8550	2,8742	2,8924	2,9097	2,9261	2,9417
8	2,8953	2,9202	2,9434	2,9651	2,9855	3,0048	3,0229	3,0402	3,0565	3,0722
9	3,0104	3,0354	3,0586	3,0803	3,1007	3,1199	3,1381	3,1553	3,1717	3,1874
10	3,1134	3,1384	3,1616	3,1833	3,2037	3,2229	3,2411	3,2583	3,2747	3,2904
11	3,2065	3,2315	3,2547	3,2764	3,2968	3,3160	3,3342	3,3515	3,3679	3,3835
12	3,2917	3,3166	3,3398	3,3615	3,3819	3,4011	3,4193	3,4365	3,4529	3,4686
13	3,3699	3,3948	3,4180	3,4397	3,4601	3,4793	3,4975	3,5148	3,5312	3,5468
14	3,4423	3,4673	3,4905	3,5122	3,5326	3,5518	3,5700	3,5872	3,6036	3,6193
15	3,5098	3,5347	3,5579	3,5796	3,6000	3,6192	3,6374	3,6547	3,6711	3,6867
16	3,5729	3,5978	3,6210	3,6427	3,6631	3,6823	3,7005	3,7178	3,7342	3,7498
17	3,6321	3,6571	3,6803	3,7020	3,7224	3,7416	3,7598	3,7770	3,7934	3,8091
18	3,6880	3,7129	3,7361	3,7578	3,7782	3,7975	3,8156	3,8329	3,8493	3,8649
19	3,7409	3,7658	3,7890	3,8107	3,8311	3,8503	3,8685	3,8857	3,9021	3,9178
20	3,7910	3,8159	3,8391	3,8608	3,8812	3,9004	3,9186	3,9359	3,9523	3,9679
21	3,8387	3,8636	3,8868	3,9085	3,9289	3,9481	3,9663	3,9836	4,0000	4,0156
22	3,8942	3,9191	3,9423	3,9640	3,9844	3,9936	4,0118	4,0290	4,0455	4,0611
23	3,9276	3,9525	3,9757	3,9974	4,0178	4,0371	4,0552	4,0725	4,0889	4,1045
24	3,9692	3,9941	4,0173	4,0390	4,0594	4,0797	4,0988	4,1141	4,1305	4,1462
25	4,0091	4,0340	4,0572	4,0790	4,0993	4,1186	4,1368	4,1540	4,1704	4,1861
26	4,0475	4,0724	4,0956	4,1173	4,1377	4,1569	4,1751	4,1923	4,2087	4,2244
27	4,0844	4,1093	4,1325	4,1542	4,1746	4,1938	4,2120	4,2292	4,2456	4,2613
28	4,1199	4,1448	4,1680	4,1897	4,2101	4,2293	4,2475	4,2648	4,2812	4,2968
29	4,1542	4,1791	4,2023	4,2240	4,2444	4,2636	4,2818	4,2991	4,3155	4,3311
30	4,1873	4,2123	4,2355	4,2572	4,2776	4,2968	4,3150	4,3322	4,3486	4,3643
31	4,2194	4,2443	4,2675	4,2892	4,3096	4,3288	4,3470	4,3643	4,3807	4,3963
32	4,2504	4,2754	4,2986	4,3203	4,3407	4,3599	4,3781	4,3953	4,4117	4,4274
33	4,2805	4,3054	4,3286	4,3503	4,3707	4,3900	4,4081	4,4254	4,4418	4,4574
34	4,3097	4,3346	4,3578	4,3795	4,3999	4,4191	4,4373	4,4546	4,4710	4,4866
35	4,3380	4,3629	4,3861	4,4079	4,4282	4,4475	4,4657	4,4829	4,4993	4,5150
36	4,3656	4,3905	4,4137	4,4354	4,4558	4,4750	4,4932	4,5104	4,5269	4,5425
37	4,3923	4,4173	4,4405	4,4622	4,4826	4,5018	4,5200	4,5372	4,5536	4,5693
38	4,4184	4,4433	4,4665	4,4882	4,5086	4,5279	4,5460	4,5633	4,5797	4,5953
39	4,4438	4,4687	4,4919	4,5136	4,5340	4,5533	4,5714	4,5887	4,6051	4,6207
40	4,4686	4,4935	4,5167	4,5384	4,5588	4,5780	4,5962	4,6134	4,6298	4,6455
41	4,4927	4,5176	4,5408	4,5625	4,5829	4,6021	4,6203	4,6376	4,6540	4,6696
42	4,5162	4,5412	4,5644	4,5861	4,6065	4,6257	4,6439	4,6611	4,6775	4,6932
43	4,5392	4,5642	4,5874	4,6091	4,6295	4,6487	4,6669	4,6841	4,7005	4,7162
44	4,5617	4,5866	4,6098	4,6316	4,6519	4,6712	4,6894	4,7066	4,7230	4,7387
45	4,5837	4,6086	4,6318	4,6535	4,6739	4,6931	4,7113	4,7286	4,7450	4,7606
46	4,6052	4,6301	4,6533	4,6750	4,6954	4,7146	4,7328	4,7501	4,7665	4,7821
47	4,6262	4,6511	4,6743	4,6960	4,7164	4,7356	4,7538	4,7711	4,7875	4,8031
48	4,6468	4,6717	4,6949	4,7166	4,7370	4,7562	4,7744	4,7917	4,8081	4,8237
49	4,6669	4,6919	4,7151	4,7368	4,7572	4,7764	4,7946	4,8118	4,8282	4,8439
50	4,6867	4,7116	4,7348	4,7565	4,7769	4,7961	4,8143	4,8316	4,8480	4,8636
51	4,7060	4,7310	4,7542	4,7759	4,7963	4,8155	4,8337	4,8509	4,8673	4,8830
52	4,7250	4,7499	4,7731	4,7949	4,8152	4,8345	4,8526	4,8699	4,8863	4,9020
53	4,7436	4,7686	4,7918	4,8135	4,8339	4,8531	4,8713	4,8885	4,9049	4,9206
54	4,7619	4,7868	4,8100	4,8317	4,8521	4,8714	4,8895	4,9068	4,9232	4,9388
55	4,7798	4,8048	4,8280	4,8497	4,8701	4,8893	4,9075	4,9247	4,9411	4,9568
56	4,7975	4,8224	4,8456	4,8673	4,8877	4,9069	4,9251	4,9423	4,9587	4,9744
57	4,8148	4,8397	4,8629	4,8846	4,9050	4,9242	4,9424	4,9596	4,9760	4,9917
58	4,8318	4,8567	4,8799	4,9016	4,9220	4,9412	4,9594	4,9766	4,9931	5,0087
59	4,8485	4,8734	4,8966	4,9183	4,9387	4,9579	4,9761	4,9934	5,0098	5,0254
60	4,8649	4,8898	4,9130	4,9347	4,9551	4,9743	4,9925	5,0098	5,0262	5,0418

$$\text{Log}V_{cc} = 2.2508 \text{Log}(DAP_{cc}) + 0.7744 \text{Log}(H)$$

Centro Experimental El Recreo.

DAF	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	3,0095	3,3235	3,5463	3,7191	3,8603	3,9797	4,0871	4,1743	4,2559	4,3297	4,3971
4	3,6570	3,9710	4,1938	4,3666	4,5078	4,6271	4,7306	4,8218	4,9034	4,9772	5,0446
5	4,1593	4,4733	4,6961	4,8689	5,0101	5,1294	5,2328	5,3241	5,4056	5,4795	5,5468
6	4,5697	4,8837	5,1064	5,2792	5,4204	5,5398	5,6432	5,7344	5,8150	5,8898	5,9572
7	4,9166	5,2306	5,4534	5,6262	5,7674	5,8868	5,9902	6,0814	6,1630	6,2368	6,3042
8	5,2172	5,5312	5,7540	5,9268	6,0679	6,1873	6,2907	6,3819	6,4635	6,5373	6,6047
9	5,4823	5,7963	6,0191	6,1919	6,3331	6,4524	6,5558	6,6470	6,7286	6,8024	6,8698
10	5,7194	6,0334	6,2562	6,4290	6,5702	6,6896	6,7930	6,8842	6,9658	7,0396	7,1070
11	5,9340	6,2479	6,4707	6,6435	6,7847	6,9041	7,0075	7,0987	7,1803	7,2541	7,3215
12	6,1298	6,4438	6,6666	6,8394	6,9806	7,0999	7,2033	7,2945	7,3761	7,4500	7,5173
13	6,3100	6,6240	6,8467	7,0195	7,1607	7,2801	7,3835	7,4747	7,5563	7,6301	7,6975
14	6,4768	6,7908	7,0135	7,1863	7,3275	7,4469	7,5503	7,6415	7,7231	7,7969	7,8643
15	6,6321	6,9460	7,1688	7,3416	7,4828	7,6022	7,7056	7,7968	7,8784	7,9522	8,0196
16	6,7773	7,0913	7,3141	7,4869	7,6281	7,7475	7,8509	7,9421	8,0237	8,0975	8,1649
17	6,9138	7,2278	7,4505	7,6233	7,7645	7,8839	7,9873	8,0785	8,1601	8,2339	8,3013
18	7,0424	7,3564	7,5792	7,7520	7,8932	8,0126	8,1160	8,2072	8,2888	8,3626	8,4300
19	7,1641	7,4781	7,7009	7,8737	8,0149	8,1343	8,2377	8,3289	8,4105	8,4843	8,5517
20	7,2796	7,5936	7,8163	7,9891	8,1303	8,2497	8,3531	8,4443	8,5259	8,5997	8,6671
21	7,3894	7,7034	7,9262	8,0990	8,2401	8,3595	8,4629	8,5541	8,6357	8,7095	8,7769
22	7,4941	7,8081	8,0309	8,2037	8,3449	8,4642	8,5676	8,6588	8,7404	8,8142	8,8816
23	7,5941	7,9081	8,1309	8,3037	8,4449	8,5643	8,6677	8,7589	8,8405	8,9143	8,9817
24	7,6899	8,0039	8,2267	8,3995	8,5407	8,6601	8,7635	8,8547	8,9363	9,0101	9,0775
25	7,7816	8,0956	8,3184	8,4912	8,6324	8,7520	8,8554	8,9466	9,0282	9,1020	9,1694
26	7,8701	8,1841	8,4069	8,5797	8,7209	8,8402	8,9436	9,0349	9,1164	9,1903	9,2576
27	7,9550	8,2690	8,4918	8,6646	8,8058	8,9252	9,0286	9,1198	9,2014	9,2752	9,3426
28	8,0369	8,3509	8,5737	8,7465	8,8877	9,0070	9,1104	9,2017	9,2832	9,3571	9,4244
29	8,1159	8,4299	8,6527	8,8255	8,9666	9,0860	9,1894	9,2806	9,3622	9,4360	9,5034
30	8,1922	8,5062	8,7290	8,9018	9,0430	9,1623	9,2657	9,3569	9,4385	9,5123	9,5797
31	8,2660	8,5800	8,8028	8,9756	9,1168	9,2361	9,3395	9,4307	9,5123	9,5861	9,6535
32	8,3375	8,6514	8,8742	9,0470	9,1882	9,3075	9,4110	9,5022	9,5838	9,6576	9,7250
33	8,4067	8,7207	8,9435	9,1163	9,2575	9,3769	9,4803	9,5715	9,6531	9,7269	9,7943
34	8,4739	8,7879	9,0107	9,1835	9,3247	9,4440	9,5475	9,6387	9,7203	9,7941	9,8614
35	8,5392	8,8531	9,0759	9,2487	9,3899	9,5093	9,6127	9,7039	9,7855	9,8593	9,9267
36	8,6026	8,9165	9,1393	9,3121	9,4533	9,5727	9,6761	9,7673	9,8489	9,9227	9,9901
37	8,6642	8,9782	9,2010	9,3738	9,5150	9,6344	9,7378	9,8290	9,9106	9,9844	10,0518
38	8,7243	9,0382	9,2610	9,4338	9,5750	9,6944	9,7978	9,8890	9,9706	10,0444	10,1118
39	8,7827	9,0967	9,3195	9,4923	9,6335	9,7529	9,8563	9,9475	10,0291	10,1029	10,1703
40	8,8397	9,1537	9,3765	9,5493	9,6905	9,8099	9,9132	10,0044	10,0861	10,1599	10,2272
41	8,8953	9,2093	9,4321	9,6049	9,7460	9,8654	9,9688	10,0600	10,1416	10,2154	10,2828
42	8,9495	9,2635	9,4863	9,6591	9,8003	9,9197	10,0231	10,1143	10,1959	10,2697	10,3371
43	9,0025	9,3165	9,5393	9,7121	9,8532	9,9726	10,0760	10,1672	10,2488	10,3226	10,3900
44	9,0542	9,3682	9,5910	9,7638	9,9050	10,0244	10,1278	10,2190	10,3006	10,3744	10,4418
45	9,1048	9,4188	9,6416	9,8144	9,9556	10,0749	10,1784	10,2696	10,3512	10,4250	10,4923
46	9,1543	9,4683	9,6911	9,8639	10,0050	10,1244	10,2278	10,3190	10,4006	10,4744	10,5418
47	9,2027	9,5167	9,7395	9,9123	10,0535	10,1728	10,2762	10,3674	10,4490	10,5228	10,5902
48	9,2501	9,5641	9,7869	9,9597	10,1008	10,2202	10,3236	10,4148	10,4964	10,5702	10,6376
49	9,2965	9,6105	9,8333	10,0061	10,1472	10,2666	10,3700	10,4612	10,5428	10,6166	10,6840
50	9,3420	9,6559	9,8787	10,0515	10,1927	10,3121	10,4155	10,5067	10,5883	10,6621	10,7295
51	9,3865	9,7005	9,9233	10,0961	10,2373	10,3567	10,4601	10,5513	10,6329	10,7067	10,7741
52	9,4302	9,7442	9,9670	10,1398	10,2810	10,4004	10,5038	10,5950	10,6766	10,7504	10,8178
53	9,4731	9,7871	10,0099	10,1827	10,3239	10,4432	10,5467	10,6379	10,7195	10,7933	10,8606
54	9,5152	9,8292	10,0520	10,2248	10,3659	10,4853	10,5887	10,6799	10,7615	10,8353	10,9027
55	9,5565	9,8705	10,0933	10,2661	10,4072	10,5266	10,6300	10,7212	10,8028	10,8766	10,9440
56	9,5970	9,9110	10,1338	10,3066	10,4478	10,5672	10,6706	10,7618	10,8434	10,9172	10,9846
57	9,6369	9,9509	10,1736	10,3464	10,4876	10,6070	10,7104	10,8016	10,8832	10,9570	11,0244
58	9,6760	9,9900	10,2128	10,3856	10,5268	10,6462	10,7496	10,8408	10,9224	10,9962	11,0636
59	9,7145	10,0285	10,2513	10,4241	10,5653	10,6846	10,7880	10,8792	10,9608	11,0347	11,1020
60	9,7523	10,0663	10,2891	10,4619	10,6031	10,7225	10,8259	10,9171	10,9987	11,0725	11,1399

$\ln Vcc = 2.2508 \ln(DAPcc) + 0.7744 \ln(H)$

ALTURA (m)

DAP cm	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
3	4,4591	4,5164	4,5699	4,6198	4,6668	4,7111	4,7529	4,7927	4,8304	4,8655
4	5,1066	5,1640	5,2174	5,2674	5,3143	5,3586	5,4004	5,4402	5,4779	5,5140
5	5,5088	5,5662	5,7196	5,7696	5,8166	5,8608	5,9027	5,9424	5,9802	6,0162
6	6,0192	6,0766	6,1300	6,1800	6,2269	6,2712	6,3131	6,3528	6,3906	6,4266
7	6,3662	6,4235	6,4770	6,5269	6,5739	6,6182	6,6600	6,6997	6,7375	6,7736
8	6,6667	6,7241	6,7775	6,8275	6,8744	6,9187	6,9606	7,0003	7,0381	7,0741
9	6,9318	6,9892	7,0426	7,0926	7,1396	7,1838	7,2257	7,2654	7,3032	7,3392
10	7,1890	7,2263	7,2798	7,3298	7,3767	7,4210	7,4628	7,5026	7,5403	7,5764
11	7,3835	7,4409	7,4943	7,5443	7,5912	7,6355	7,6774	7,7171	7,7549	7,7909
12	7,5793	7,6367	7,6901	7,7401	7,7871	7,8313	7,8732	7,9129	7,9507	7,9867
13	7,7595	7,8169	7,8703	7,9203	7,9672	8,0115	8,0534	8,0931	8,1309	8,1669
14	7,9263	7,9837	8,0371	8,0871	8,1340	8,1783	8,2202	8,2599	8,2977	8,3337
15	8,0816	8,1390	8,1924	8,2424	8,2893	8,3336	8,3755	8,4152	8,4530	8,4890
16	8,2268	8,2842	8,3377	8,3876	8,4346	8,4788	8,5207	8,5604	8,5982	8,6342
17	8,3633	8,4207	8,4741	8,5241	8,5710	8,6153	8,6572	8,6969	8,7347	8,7707
18	8,4919	8,5493	8,6028	8,6527	8,6997	8,7440	8,7858	8,8255	8,8633	8,8994
19	8,6136	8,6710	8,7245	8,7744	8,8214	8,8656	8,9075	8,9472	8,9850	9,0210
20	8,7291	8,7865	8,8399	8,8899	8,9368	8,9811	9,0230	9,0627	9,1005	9,1365
21	8,8389	8,8963	8,9497	8,9997	9,0467	9,0909	9,1328	9,1725	9,2103	9,2463
22	8,9436	9,0010	9,0544	9,1044	9,1514	9,1956	9,2375	9,2772	9,3150	9,3510
23	9,0437	9,1011	9,1545	9,2045	9,2514	9,2957	9,3375	9,3773	9,4150	9,4511
24	9,1395	9,1968	9,2503	9,3003	9,3472	9,3915	9,4333	9,4731	9,5108	9,5469
25	9,2313	9,2887	9,3422	9,3921	9,4391	9,4833	9,5252	9,5649	9,6027	9,6387
26	9,3196	9,3770	9,4304	9,4804	9,5274	9,5716	9,6135	9,6532	9,6910	9,7270
27	9,4046	9,4620	9,5154	9,5654	9,6123	9,6566	9,6984	9,7382	9,7759	9,8120
28	9,4864	9,5438	9,5972	9,6472	9,6942	9,7384	9,7803	9,8200	9,8578	9,8938
29	9,5654	9,6228	9,6762	9,7262	9,7731	9,8174	9,8593	9,8990	9,9368	9,9728
30	9,6417	9,6991	9,7525	9,8025	9,8495	9,8937	9,9356	9,9753	10,0131	10,0491
31	9,7155	9,7729	9,8263	9,8763	9,9233	9,9675	10,0094	10,0491	10,0869	10,1229
32	9,7870	9,8444	9,8978	9,9478	9,9947	10,0390	10,0809	10,1206	10,1584	10,1944
33	9,8562	9,9136	9,9671	10,0170	10,0640	10,1082	10,1501	10,1898	10,2276	10,2636
34	9,9234	9,9808	10,0342	10,0842	10,1312	10,1754	10,2173	10,2570	10,2948	10,3308
35	9,9887	10,0461	10,0995	10,1495	10,1964	10,2407	10,2826	10,3223	10,3601	10,3961
36	10,0521	10,1095	10,1629	10,2129	10,2598	10,3041	10,3460	10,3857	10,4235	10,4595
37	10,1138	10,1711	10,2246	10,2745	10,3215	10,3658	10,4076	10,4473	10,4851	10,5212
38	10,1738	10,2312	10,2846	10,3346	10,3815	10,4258	10,4677	10,5074	10,5452	10,5812
39	10,2322	10,2896	10,3431	10,3930	10,4400	10,4842	10,5261	10,5658	10,6036	10,6396
40	10,2892	10,3466	10,4000	10,4500	10,4970	10,5412	10,5831	10,6228	10,6606	10,6966
41	10,3448	10,4022	10,4556	10,5056	10,5525	10,5968	10,6387	10,6784	10,7162	10,7522
42	10,3990	10,4564	10,5099	10,5598	10,6068	10,6511	10,6929	10,7326	10,7704	10,8065
43	10,4520	10,5094	10,5628	10,6128	10,6597	10,7040	10,7459	10,7856	10,8234	10,8594
44	10,5038	10,5611	10,6146	10,6645	10,7115	10,7558	10,7976	10,8373	10,8751	10,9112
45	10,5543	10,6117	10,6652	10,7151	10,7621	10,8063	10,8482	10,8879	10,9257	10,9617
46	10,6038	10,6612	10,7146	10,7646	10,8115	10,8558	10,8977	10,9374	10,9752	11,0112
47	10,6522	10,7096	10,7630	10,8130	10,8600	10,9042	10,9461	10,9858	11,0236	11,0596
48	10,6996	10,7570	10,8104	10,8604	10,9073	10,9516	10,9935	11,0332	11,0710	11,1070
49	10,7460	10,8034	10,8568	10,9068	10,9537	10,9980	11,0399	11,0796	11,1174	11,1534
50	10,7915	10,8489	10,9023	10,9523	10,9992	11,0435	11,0854	11,1251	11,1629	11,1989
51	10,8360	10,8934	10,9469	10,9968	11,0438	11,0881	11,1299	11,1696	11,2074	11,2435
52	10,8798	10,9371	10,9906	11,0406	11,0875	11,1318	11,1736	11,2134	11,2511	11,2872
53	10,9226	10,9800	11,0334	11,0834	11,1304	11,1746	11,2165	11,2562	11,2940	11,3300
54	10,9647	11,0221	11,0755	11,1255	11,1724	11,2167	11,2586	11,2983	11,3361	11,3721
55	11,0060	11,0634	11,1168	11,1668	11,2137	11,2580	11,2999	11,3396	11,3774	11,4134
56	11,0466	11,1039	11,1574	11,2074	11,2543	11,2986	11,3404	11,3802	11,4179	11,4540
57	11,0864	11,1438	11,1972	11,2472	11,2941	11,3384	11,3803	11,4200	11,4578	11,4938
58	11,1255	11,1829	11,2364	11,2863	11,3333	11,3775	11,4194	11,4591	11,4969	11,5329
59	11,1640	11,2214	11,2748	11,3248	11,3718	11,4160	11,4579	11,4976	11,5354	11,5714
60	11,2018	11,2592	11,3127	11,3626	11,4096	11,4539	11,4957	11,5354	11,5732	11,6093

$\text{LnVcc} = 2.2508 \text{Ln(DAPcc)} + 0.7744 \text{Ln(H)}$