

Universidad Nacional

Escuela de Ciencias
Ambientales

Ingeniería Forestal

“Estudio dasométrico
de la especie

Swietenia humilis (*Caoba*)

en plantaciones mixtas”

Estación Experimental
Forestal Horizontes

Christian Bogantes

Alberto Serrato

Víctor Sojo

Setiembre, 2002

Introducción:

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Estación Experimental Forestal Horizontes (antigua finca ganadera con más de 7.000 hectáreas de extensión), que se encuentra ubicada el distrito de Nacascolo, del cantón de Liberia, en la provincia de Guanacaste. La estación se encuentra ubicada en la zona de vida denominada Bosque Seco Tropical, presenta una precipitación que varía entre 15000 mm y 2000 mm anuales, además, se encuentra a una altitud que varía entre los 60 m.s.n.m. y 184 m.s.n.m. (Ing. Milena Gutiérrez L.).

Este proyecto presenta actualmente más de un 60% de cobertura forestal en diferentes estados de regeneración, la misma abarca desde pastizales arbustivos hasta el impresionante bosque de galería; por lo cual se proyecta como el más importante centro forestal de la región seca de mesoamérica.

La estación es la base principal de operaciones del Programa de Restauración y Silvicultura del Área de Conservación Guanacaste, una de las acciones del Programa consiste en la recopilación de información sobre la restauración de ambientes degradados y la puesta en práctica de actividades que aceleren la restauración natural de los mismos ambientes dentro del Área de Conservación de Guanacaste.

Entre los proyectos que se están llevando a cabo a nivel de restauración por el programa son :

- Restauración en Bosque Seco
- Restauración en Bosque Húmedo
- Ensayo de descendencias de Swietenia humilis (Caoba)
- Ensayo de espaciamientos
- Ensayo de árboles tutores
- Parcelas bajo sombra

- Huerto semillero clonal de (*Bombacopsis quinata*) Pochote
- Proyecto: árboles semilleros
- Parcelas mixtas en Pocosol
- Parcelas homogéneas en Horizontes
- Plantación de estacones de Pochote
- Parcelas de muestreo permanente en bosque
- Parcelas de plantación mixta
- Parcelas de uso múltiple
- Viverización de especies nativas
- Arboretum del Pacífico Seco
- Sendero natural "El Saltillo"

El trabajo fue realizado en el mes de Julio del 2002 por estudiantes Christian Bogantes, Alberto Serrato y Víctor Sojo, de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional como practica del curso de Dasometría, la cual consistió en la instalación de parcelas en una hectárea, medición de árboles para conocer el valor numérico de la altura (mediante el Clinómetro) y diámetro (por medio de la forcípula y la cinta diamétrica),

Una vez con esa información se desarrollarán las variables en estudio (etapa de oficina), mediante diferentes fórmulas para obtener los datos de área basal, altura, promedio de volúmenes, clases diamétricas y rendimientos por hectárea; para así conocer el volumen que posee la hectárea.

La parcela utilizada para obtener dicha información se montó en el Bloque III, Parcela 2, compuesto por 50% de Guanacaste, 25 % Caoba y 25% de Cenízaro.

Objetivos

- Caracterizar el tipo de masa en la que se llevo a cabo el estudio.
- Describir las relaciones existentes entre las diferentes variables y entender como se comporta cada una de ellas.
- Estudiar la estructura de tamaños para la masa compuesta por los árboles de Swietenia humilis (Caoba) en una masa mixta.
- Calcular el factor de forma promedio para Swietenia humilis bajo el concepto de árbol completo.
- Calcular el volumen en pie del rodal compuesto por los árboles de Swietenia humilis creciendo en una masa mixta.

Materiales de campo utilizados

- Dos cintas diamétrica de 5 m.
- Una cinta métrica de 30 m.
- Una forcípula de 96 cm y una forcípula de 40 cm.
- Una cinta métrica de metal (3 m).
- Tiza para marcar madera (amarilla).
- Una Pistola Haga.
- Un Blume-leiss.
- Dos medidores de corteza.
- Un clinómetro.
- Un pentaprisma.
- Dos jalones.
- Una brújula.
- Machetes.
- Calculadoras.
- Libreta de apuntes (formularios)
- Lápices.

Materiales de oficina

- Calculadoras.
- Computadoras (hojas de cálculos de Excel, Statmost, Word).
- Libreta de campo para procesar los datos.
- Hojas cuadriculadas.

Metodología

Se procedió a la escogencia del bloque e instalación de la parcela con la cual se realizó el trabajo (Bloque III, Parcela 02; mezcla de Guanacaste 50%, Caoba 25% y Cenízaro 25%).

Se inició el proceso del montaje de una parcela rectangular con un área de 1000 m² (40 m x 25 m) con la brújula para obtener un rumbo en el punto de partida y luego con el pentaprisma para obtener los ángulos rectos de cada esquina del rectángulo.

Una vez instalada la parcela se procedió a la medición de los diámetros a altura pecho (1.30 cm) y diámetro basal (0.20 cm) con la cinta diamétrica y la forcípula, la medición de las alturas con el clinómetro y el grosor de corteza con un medidor de corteza.

Tomados los datos se procedió a la escogencia de los árboles tipo por parcela de cada especie, mediante el uso de gráficos y con las fórmulas para encontrar el árbol más representativo, por medio de interpolaciones simples.

Formula utilizada:



Se realizó la corta del árbol tipo de Caoba. Una vez que el árbol cayó, se procedió a tomar la medición del largo del árbol con la cinta estirada y luego con la

cinta acostada sobre el tronco del árbol, para así conocer la altura real de este. Se cortaron las galletas a cada metro asta llegar a la primer rama luego se procedió a cortar a cada medio metro y una a una se fueron marcando con sus respectivas medidas de corte (diámetro y altura).

Etapa de oficina

Se procesaron los datos tomados en la etapa de campo con las siguientes fórmulas:

$$\text{Volumen} = g * h * fm(1.30)$$

$$\text{Factor de forma} = \frac{\text{Vol. real}}{\text{Vol. teórico}}$$

Alturas:

$$\text{tang } \theta \text{ (depresión + } ^\circ \text{ elevación) * dh}$$

dh = altura horizontal en metros

Área basal

$$\frac{d^2}{10000} * 0.7854 * h$$

d² = diámetro al cuadrado

0.7854 = constante de $\pi/4$

h = altura en metros

diámetro sin corteza

$$du = (b1+b2) - d$$

$$dg = \frac{\sqrt{\sum di^2}}{n}$$

$$V \text{ real} = ((do.1)^2 * 0.7854 * l) + ((do.2)^2 * 0.7854 * l) + ((do.n)^2 * 0.7854 * l) + \dots$$

$$V = g * h_{dg} * f$$

$$\text{Factor corrección de altura} = \frac{h \text{ estimada}}{h \text{ real}}$$

$$\text{Volumen del cono} = \frac{1}{3} * g * l$$

Listado de simbología utilizada

m.s.n.m. = metros sobre nivel del mar.

m = metros.

cm = centímetros.

m² = metros cuadrados.

m³ = metros cúbicos.

d = diámetro.

dg = diámetro respecto al área.

h = altura en metros.

hdg = altura respecto al diámetro basal.

dh = altura horizontal en metros.

n = número de individuos.

d² = diámetro al cuadrado.

0.7854 = constante de $\pi/4$.

du = diámetro sin corteza.

dsc = diámetro sin corteza.

dcc = diámetro con corteza.

b = sin corteza.

V = volumen.

l = longitud.

Tablas de resultados

Tabla 1. Dato de corrección de las alturas

Altura m	Corrección	Corregida altura m
8.39	0.9741	8.17
8.59	0.9741	8.37
6.24	0.9741	6.08
5.4	0.9741	5.26
7.53	0.9741	7.33
5.67	0.9741	5.52
5.21	0.9741	5.08
5.8	0.9741	5.65
4.19	0.9741	4.08
4.52	0.9741	4.40
5.03	0.9741	4.90

Tabla 2. Datos de resultados de alturas corregidas con clinómetro y cinta diamétrica.

Localidad: Horizontes, Guanacaste

Clinómetro y cinta diamétrica

Grupo: 8

Parcela: 50% Guanacaste, 25% Caoba, 25% Cenízaro

Árbol N°	d (cm)	° depresión	° elevación	distancia m	altura	dg (cm)	g
Caoba 12	10.9	-10	30	10	8.17	118.81	0.0763
Caoba 13	16.6	-7	31	11	8.37	275.56	0.1811
Caoba 14	9.8	-10	22	10	6.08	96.04	0.0458
Caoba 15	7.8	-15	27	6	5.26	60.84	0.0251
Caoba 16	11.3	-8	31	8	7.33	127.69	0.0736
Caoba 17	11.4	-12	27	7	5.52	129.96	0.0564
Caoba 18	9	-14	27	6	5.08	81	0.0323
Caoba 19	8.9	-13	31	6	5.65	79.21	0.0351
Caoba 20	7.5	-11	14	9	4.08	56.25	0.0180
Caoba 21	9.6	-11	26	6	4.40	92.16	0.0319
Caoba 22	8.9	-10	30	6	4.90	79.21	0.0305
					promedio	108.794	0.0551
					total	1196.73	0.6061

Tabla 3. Diámetros (0.2 m, 1.30 m.) con forcípula y medidor de corteza.

Localidad: Horizontes			Forcípula y medidor de corteza			
Grupo 3						
Parcela: 50% Guanacaste, 25% Caoba, 25% Cenízaro.						
Árbol N°	d (cm.)	dbase (cm.)	b1 (cm.)	b2 (cm.)	2b (cm.)	du (cm.)
Caoba 12	10.5	15	0.5	0.5	1	9.5
Caoba 13	16.4	20.5	0.7	0.7	1.4	15
Caoba 14	9.65	14	0.7	0.8	1.5	8.15
Caoba 15	7.7	10.1	0.5	0.6	1.1	6.6
Caoba 16	11	14.95	0.8	0.7	1.5	9.5
Caoba 17	11.4	14.8	0.7	0.7	1.4	10
Caoba 18	8.85	12.3	0.6	0.6	1.2	7.65
Caoba 19	8.75	11.65	0.6	0.5	1.1	7.65
Caoba 20	7.4	10.5	0.8	0.8	1.6	5.8
Caoba 21	9.5	12.4	0.6	0.7	1.3	8.2
Caoba 22	8.9	13.5	0.6	0.7	1.3	7.6

Tabla 4. Cubicación del árbol tipo de caoba por tabla de Smalian

Árbol tipo N° CA16			Altura total: 7.73 m	
Especie: Caoba			Grupo 3	
h corte(m)	l(m)	d(cm)	g(m ²)	vol(m ³)
0.20		14.95	0.0176	
1.30	1.1	11	0.0095	0.0149
2.30	1	9.8	0.0075	0.0085
3.30	1	8.6	0.0058	0.0067
3.90	0.6	7.1	0.0040	0.0029
4.50	0.6	4.8	0.0018	0.0017
5.10	0.6	3.5	0.0010	0.0008
5.60	0.5	3.45	0.0009	0.0005
6.00	0.4	3.25	0.0008	0.0004
6.50	0.5	2.4	0.0005	0.0003
7.73	1.4	0	0	0.0002
			Total	0.0369

Cubicación del árbol tipo de caoba mediante la formula Smalian Abreviada:

$$(0.7854 * 1.1) (14.95^2 + 11^2)0.5 + (0.7854 * 1) (11^2 * 0.5 + 9.8^2 + 8.6^2 * 0.5) + (0.7854 * 0.60) (8.6^2 * 0.5 + 7.1^2 + 4.8^2 + 3.5^2 * 0.5) + (0.7854 * 0.5) (3.5^2 + 3.45^2)0.5 + (0.7854 * 0.4) (3.45^2 + 3.25^2)0.5 + (0.7854 * 0.5) (3.25^2 + 2.4^2)0.5 + \text{vol cono}$$

Vol. del cono: $(0.00045 * 1.4) / 3 = 0.00021\text{m}^3$

Vol. total = $0.0148 + 0.0151 + 0.0054 + 0.00047 + 0.00034 + 0.00031 + 0.00021 = 0.0366\text{m}^3$

Vol. Teórico = $0.0095 * 7.73 = 0.07346\text{m}^3$
 $d(1.30) = 11 \text{ cm}$

Factor de forma = $\frac{\text{Vol. real}}{\text{Vol. teórico}} = \frac{0.0366}{0.07346} = 0.4982$

Altura corregida
 $7.53/7.73 = 0.9741$

Volumen en pie

Tabla 5. Volúmenes de diámetro con y sin corteza

Árbol Nº	d (cm)	du (cm)	altura	V _{cc} m ³	V _{sc} m ³
Caoba 12	10.5	9.9	8.17	0.0353	0.0313
Caoba 13	16.4	15.2	8.37	0.0881	0.0756
Caoba 14	9.65	8.3	6.08	0.0221	0.0164
Caoba 15	7.7	6.7	5.26	0.0122	0.0092
Caoba 16	11	9.8	7.33	0.0347	0.0276
Caoba 17	11.4	10	5.52	0.0281	0.0216
Caoba 18	8.85	7.8	5.08	0.0156	0.0121
Caoba 19	8.75	7.8	5.65	0.0169	0.0134
Caoba 20	7.4	5.9	4.08	0.0087	0.0056
Caoba 21	9.5	8.3	4.40	0.0155	0.0119
Caoba 22	8.9	7.6	4.90	0.0152	0.0111
			promedio	0.0266	0.0214
			total	0.2924	0.2358

Volumen por hectárea con corteza.
 $= \underline{0.29.24 \text{ m}^3 \times 10} = 2.924 \text{ m}^3$

Volumen por hectárea sin corteza
 $= \underline{0.2358 \text{ m}^3 \times 10} = 2.358 \text{ m}^3$

Bloque 0302

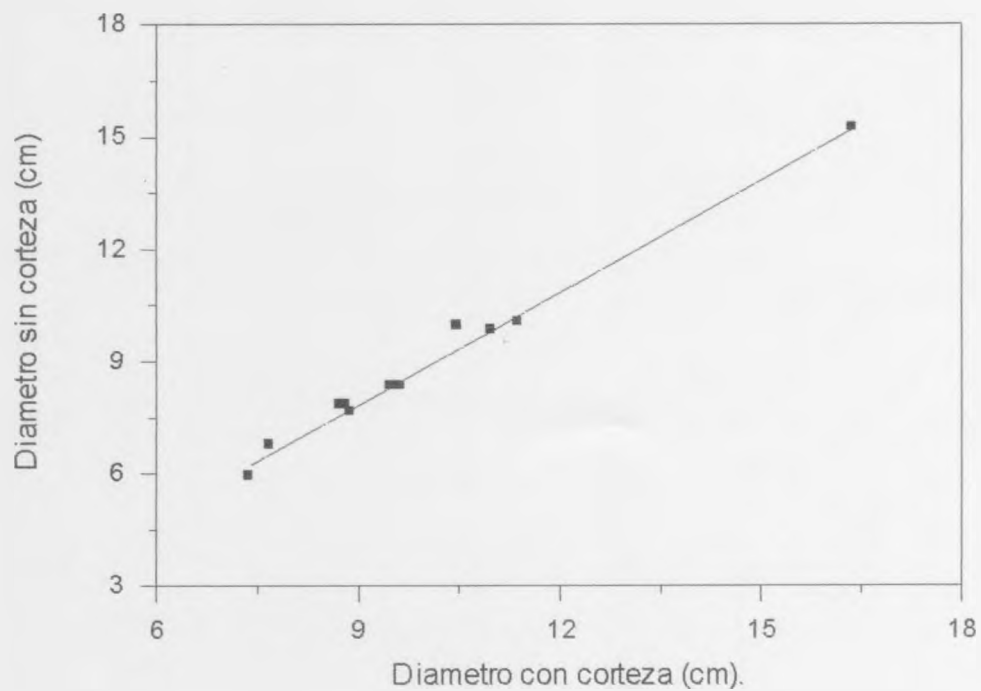


Gráfico 1. Diámetros sin corteza vrs. diámetros con corteza.

Los datos de los diámetros con y sin corteza nos indican que existe una relación lineal positiva entre ambas medidas. (Ver los análisis estadísticos en anexos tabla 3).

Bloque 0302.

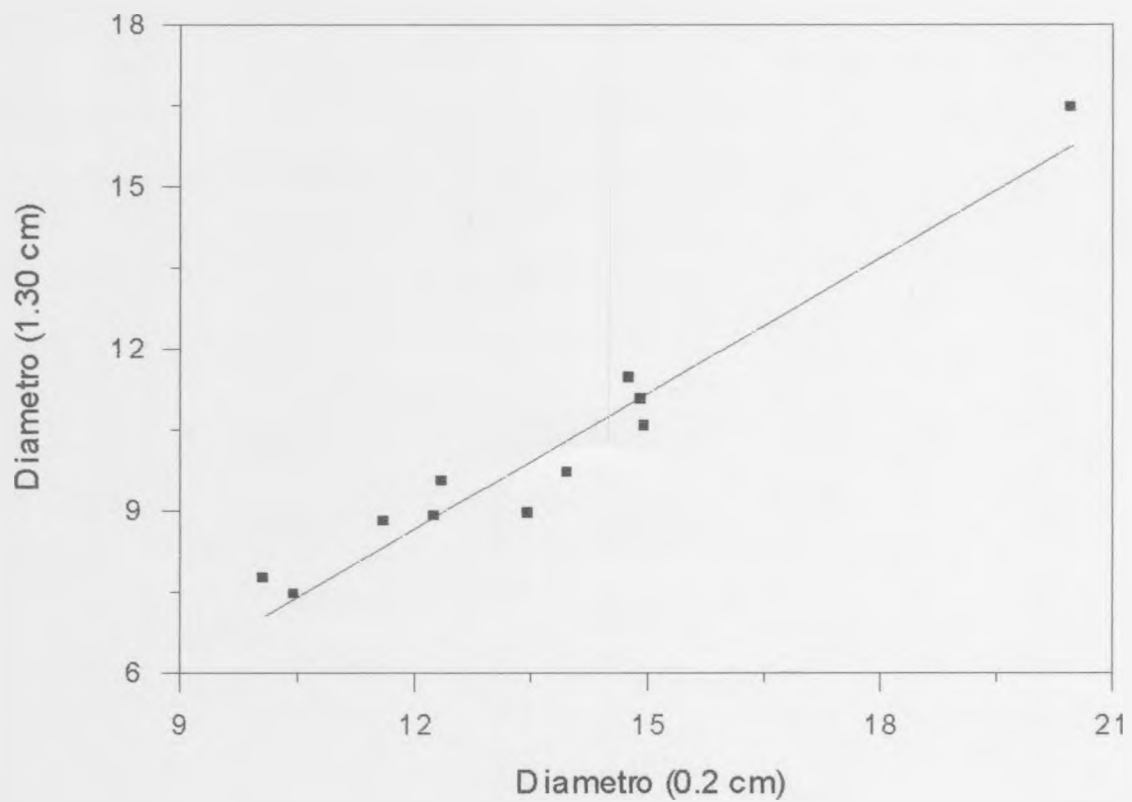


Gráfico 2. Diámetro 1.30m vs. Diámetro 0.20m

Los valores de diámetro del tocón con respecto al diámetro de altura de pecho se encuentran relacionados linealmente en donde conforme aumenta el diámetro del tocón aumenta el diámetro a 1.30 m . (Ver los análisis estadísticos en anexos tabla 4).

Bloque 0302

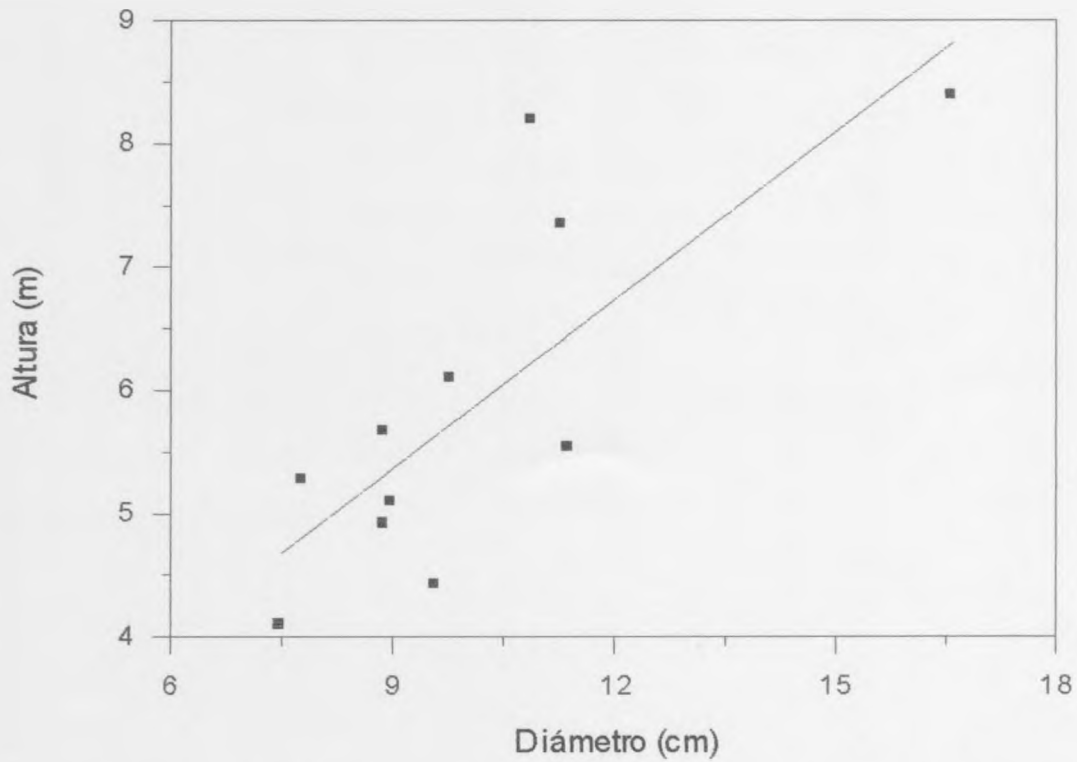
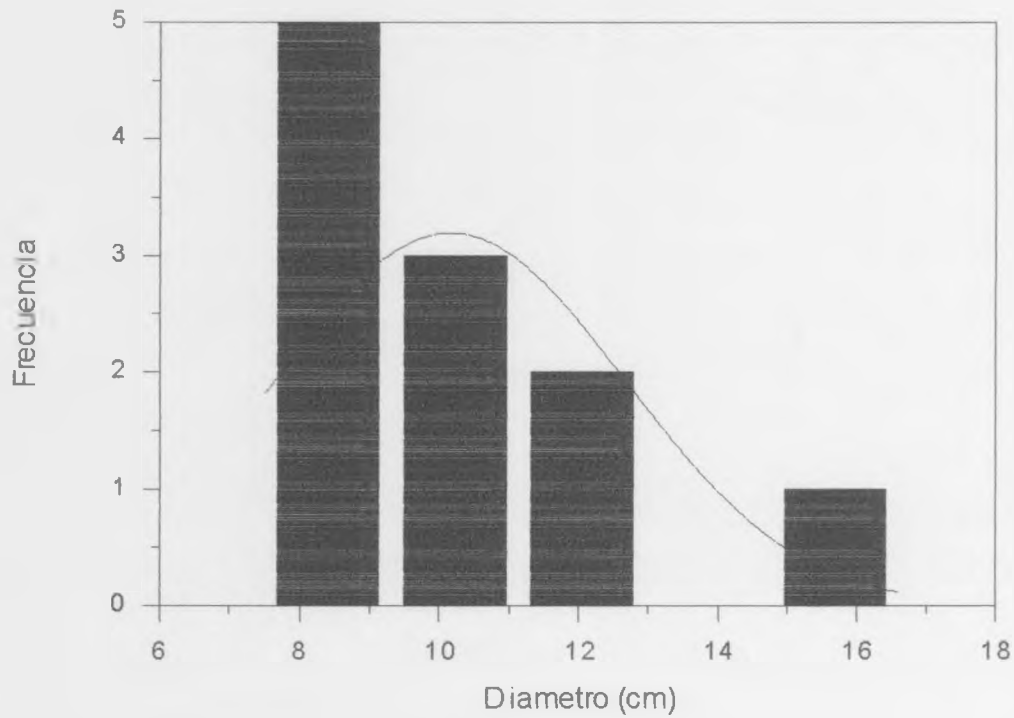


Gráfico 3. Alturas vrs. Diámetros los árboles de la parcela.

En este grafico se observa que en la mayoría de los árboles presenta la relación que con forme aumenta el diámetro aumenta la altura. (Ver los análisis estadísticos en anexos tabla 5).

Bloque 0302.



Histograma de frecuencia de los diámetros

Hay una gran cantidad de clases diamétricas que van de 7 cm a 9 cm., (árboles muy delgados), esto se debe a que los árboles de Caoba se encuentran en un bloque con una combinación de especies que crecen mas rápido como lo es el Cenízaro y el Guanacaste los cuales le quitan gran cantidad de luz y este no puede competir contra ellos.

Conclusiones:

- ✓ Es recomendable no mezclar especies de rápido crecimiento con aquellas especies que puedan tener un comportamiento de lento crecimiento. Ya que con la competencia estas especies van a desarrollar un diámetro muy pequeño.
- ✓ La selección del tamaño de la parcela a utilizar residirá tanto en el tamaño de la plantación, como en el tipo de masa forestal; ya sean plantaciones o bosques naturales.
- ✓ Los factores de forma que se obtuvieron al finalizar los cálculos nos muestran volúmenes muy bajos, dado que la edad de las plantaciones es muy joven, no se está acostumbrado a tener diámetros tan pequeños, en comparación a otras especies introducidas, por lo tanto los volúmenes no serían aprovechados sino hasta dentro de algunos años a futuro respecto a su uso comercial.
- ✓ Aunque las plantaciones tienen muy poca edad, ya existe un buen número de árboles, que bien podrían ser muy bien aprovechados por la estación.
- ✓ Se pudo constatar que no solamente se puede trabajar con diámetros grandes, sino que los diámetros pequeños tienen un gran potencial, con respecto al uso de la madera.

Recomendaciones:

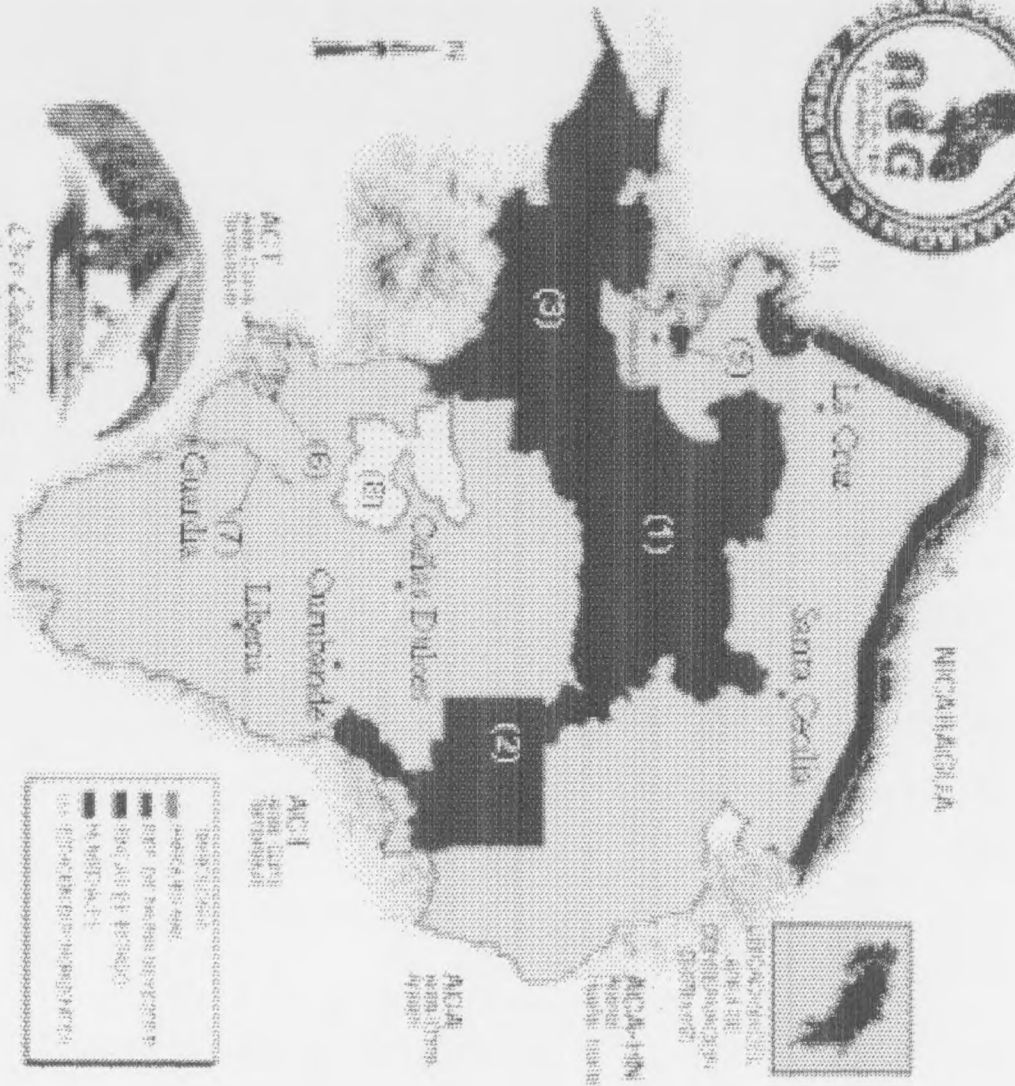
- ∞ Constatar que los instrumentos estén en óptimas condiciones, para un buen desarrollo del trabajo de campo.
- ∞ Para mejorar los resultados en las plantaciones pensamos que es necesaria la incursión de más personal que trabaje en las plantaciones, ya que estas demandan una mayor cantidad de tiempo de trabajo y el personal no da abasto.
- ∞ Planear de acuerdo a calendario lunar el tiempo de la gira en caso de ser necesaria la corta de árboles, para evitar problemas con la humedad de las galletas.
- ∞ Como una posible solución para el problema de los árboles con diámetros delgados, podría ser el de aumentar el porcentaje de raleo para las especies mas grandes, para así disminuirle la competencia a los árboles de caoba, y así puedan obtener mas luz .
- ∞ Sembrar Caoba en un porcentaje mayor en parcelas mixtas.
- ∞ O bien sembrar Caoba con especies que crezcan a una misma intensidad, además de mantenerles un raleo exhaustivo para tengan menos competencia, y se puedan desarrollar en diámetro y altura.

Anexos



PRESENCE OF MALARIA

NO MALARIA



The shaded areas are the states with malaria.











Legend

States with malaria

States without malaria

Legend

Legend

<u>Categoría</u>	<u>Extensión</u>
Parques Nacionales	
 1 <u>Guanacaste</u>	34.651 ha
 2 <u>Rincón de la Vieja</u>	14.161 ha
 3 <u>Santa Rosa</u>	38.673 ha
Refugios Nacionales de Vida Silvestre	
 4 <u>Corredor Fronterizo</u>	59.276
 5 <u>Bahía Junquillal</u>	443 ha
 6 <u>Iguanita</u>	114 ha
Humedales	
 7 <u>Riberino Zapandí</u>	206 ha (ACG)
Otra	
 8 <u>Estación Experimental Forestal Horizontes</u>	7.329 ha

<http://www.guiascostarica.com/ap01.htm>

Tabla 1. Datos de campo clinómetro y cinta

Localidad: Horizontes, Guanacaste				Clinómetro y cinta diamétrica			
Grupo: 3							
Parcela: 50% Guanacaste, 25% Caoba, 25% Cenizaro.							
Árbol N°	d (cm)	° depresión	° elevación	distancia m	altura	dg (cm)	g
Caoba 12	10.9	-10	30	10	8.39	118.81	0.0093
Caoba 13	16.6	-7	31	11	8.59	275.56	0.0216
Caoba 14	9.8	-10	22	10	6.24	96.04	0.0075
Caoba 15	7.8	-15	27	6	5.4	60.84	0.0048
Caoba 16	11.3	-8	31	8	7.53	127.69	0.01
Caoba 17	11.4	-12	27	7	5.67	129.96	0.0102
Caoba 18	9	-14	27	6	5.21	81	0.0064
Caoba 19	8.9	-13	31	6	5.8	79.21	0.0062
Caoba 20	7.5	-11	14	9	4.19	56.25	0.0044
Caoba 21	9.6	-11	26	6	4.52	92.16	0.0072
Caoba 22	8.9	-10	30	6	5.03	79.21	0.0062
					total	1196.73	0.0938
					promedio	108.794	0.0085

Tabla 2 . Datos de alturas y diámetros

Árbol tipo	Grupo N° 3
Árbol tipo N° 16	Altura total: 7.73
Especie: Caoba	
Altura (m)	d (cm)
0.2	14.95
1.3	11
2.3	9.8
3.3	8.6
3.50 horqueta	
3.9	7.1
4.5	4.8
5.1	3.5
5.6	3.45
6	3.25
6.5	2.4
7.3	Ápice

Estadísticos

Tabla 3. Correlación Pearson del diámetro con corteza vrs diámetro sin corteza

	dcc
dsc	0.9949
	(11)
	2.909E-010

Nota: los valores en la tabla estan listados de la siguiente manera:

valor de correlación
(tamaño de muestra)
probabilidad

Linear Regression Analysis Results

Variables: X = "dcc", Y = "dsc"

Equación: $dsc = -1.1616 + 1.0003 \cdot dcc$

Variable	N	Mean	Variance
dcc	11	10.0045	6.0687
dsc	11	8.8455	6.1347

Regression Coefficient	= 1.000255
Standard Error of B	= 0.033938
Y-Intercept	= -1.161639
R-Squared	= 0.989745
Adjusted R-Squared	= 0.988606
Standard Error of Estimate	= 0.264383

The 99.0% confidence limits for the slope are: [0.889962, 1.11055]

La correlación del diámetro sin corteza y el diámetro sin corteza poseen una correlación del 99 %, con un nivel de significancia del 0.99 y una probabilidad muy pequeña de error, la cual nos indica que a mayor diámetro con corteza, aumenta también el diámetro sin corteza.

Tabla 4. Correlación de Pearson del diámetro del tocon vrs diámetro de altura de pecho

```

          |d_(0.20_cm|
-----+-----+
d_(1.30_cm|    0.9723|
          |(  11) |
          |5.524E-007|
-----+-----+

```

Linear Regression Analysis Results

Variables: X = "d_(0.20_cm)", Y = "d_(1.30_cm)"
 Equation: $d_(1.30_cm) = -1.3930 + 0.8375*d_(0.20_cm)$

Variable	N	Mean	Variance
d_(0.20_cm)	11	13.6091	8.1794
d_(1.30_cm)	11	10.0045	6.0687

Regression Coefficient = 0.837494
 Standard Error of B = 0.067128
 Y-Intercept = -1.392984
 R-Squared = 0.945339
 Adjusted R-Squared = 0.939265
 Standard Error of Estimate = 0.607109

The 99.0% confidence limits for the slope are: [0.619338, 1.05565]

Entre los 11 árboles de Caoba poseen una correlación de un 97% lo cual indica que los datos estadísticamente relacionados con forma aumenta el diámetro del tocón el diámetro a altura de pecho aumenta con un nivel de significancia del 99% observa una probabilidad muy baja lo que indica que los datos están linealmente relacionados.

El r^2 nos indica que en la ecuación existe un 94% de variabilidad entre los diámetros del tocón y altura pecho

Tabla 5. correlación de Pearson de cinta diametrica vrs altura

	d_cint
-----+-----	
altura_(m)	0.7807
	(11)
	0.0046
-----+-----	

Note: the values in the table are listed as follows:

	correlation value	
	(sample size)	
	probability	

Linear Regression Analysis Results

Variables: X = "d_cint", Y = "altura_(m)."

Equation: altura_(m). = 1.2782 + 0.4546*d_cint

Variable	N	Mean	Variance
d_cint	11	10.1545	6.2467
altura_(m).	11	5.8945	2.1182

Regression Coefficient	= 0.454610
Standard Error of B	= 0.121299
Y-Intercept	= 1.278183
R-Squared	= 0.609485
Adjusted R-Squared	= 0.566094
Standard Error of Estimate	= 0.958698

The 99.0% confidence limits for the slope are: [0.06041, 0.848811]

La correlación es de un 78 % siendo menor que las anteriores, con lo que se puede determinar que a pesar de que los árboles de caoba no reciben tanta luz por causa de estar tapados por los de Guanacaste y los Cenízaro, poseen un buen desarrollo de crecimiento, quizás un poco más lento.

PREDICCIONES MAREALES

NACASCOLO JULIO 2002

Alturas en pies

Referidas al Cero de la Regla

día hora altura

MA 00:33 0.85

16 06:53 8.30

13:05 1.48

19:11 7.81

MI 01:25 1.15

17 07:48 8.17

14:05 1.67

20:11 7.45

JU 02:23 1.48

18 08:48 8.04

15:10 1.80

21:17 7.15

VI 03:26 1.74

19 09:53 7.97

16:19 1.80

22:27 7.05

SA 04:33 1.87

20 10:59 8.01

17:27 1.67

23:36 7.12

Nota aclaratoria: Las predicciones de las mareas se incluyeron en el presente trabajo, ya que al momento en que se hizo la corta, la luna se encontraba en cuarto creciente, lo que significa que los niveles de agua en los océanos eran bastante altos. Por tanto, dado que la luna controla los movimientos de agua, los árboles estaban en estado de turgencia y esto ha provocado problemas con las galletas debido a la humedad retenida por las mismas, y la consecuente formación de hongos. Además creemos que los diámetros podrían ser más grandes en esta época.

