

UNIVERSIDAD NACIONAL.
ESCUELA DE AMBIENTALES.
INGENIERIA FORESTAL.

"Estudio dasométrico de *Enterolobium cyclocarpum*
en plantaciones mixtas,
Estación Experimental Forestal Horizontes.
Liberia, Guanacaste".

Profesor: Fernando Mora.

Estudiantes: Gabriela Cabezas.
Fabián Chacón.
Johan Montero.

Setiembre, 2002.

ÍNDICE

pag #.

Introducción	1
Objetivos	2
1. Metodología	3
1.1 Materiales de campo	3
1.2 Metodología detallada de Trabajo de Campo.....	4
1.2.1 Instalación de la parcela Rectangular	4
1.2.2 Medición de árbol en pie	5
1.2.3 Medición de diámetros	5
a. Con forcípula	5
b. Con cinta diamétrica	5
1.2.4 Medición de alturas	5
a. Clinómetro	5
1.2.5 Medición de corteza	6
1.2.6 Escogencia de los árboles para voltear	6
1.2.7 Cubicación de árboles volteados.	7
1.3 Metodología etapa de oficina.	8
1.3.1 Manipulación de datos.	8
1.3.2. Obtención de Resultados.	8
1.3.3. Análisis de Resultados.	8
2. Lista de formulas y símbolos utilizados.	9
2.1 Símbolos.	9
2.2 Formulas.	10
3. Resultados.	11
Caracterización de las Masas	11
Estructura de Tamaños.	12
Relaciones alométricas.	13
Cálculo del volumen por parcela y por hectárea para el rodal en pie.	23
Conclusiones.	26
Recomendaciones.	27

Introducción.

El presente documento es un informe de la segunda práctica del curso de Dasometría realizado por los estudiantes de segundo año de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional.

La información que brinda este documento esta enfocada a la especie *Enterolobium cyclocarpum*, la cual es de gran valor comercial.

El trabajo de campo se efectuó del 16 al 20 de julio del 2002 en la Estación Experimental Forestal Horizontes (EEFH) : Proyecto piloto para el desarrollo forestal del Bosque Seco Tropical. Esta pertenece al Área de Conservación Guanacaste (ACG) , en el distrito de Nacascolo, cantón de Liberia en la provincia de Guanacaste, cuya área total es de 7317 ha. Se encuentra en la zona de vida denominada Bosque Seco Tropical, con una ppt de 1500 a 2000 mm anuales, y una altitud de 60 y 180 m; presentando más de un 60 % de cobertura forestal en diferentes estados de regeneración desde pastizales a bosque natural.

La práctica realizada se llevó acabo en el área de plantaciones mixtas, específicamente en el bloque III en las parcelas 0302 y 0304. Ver anexo 1.

El trabajo consistió en montar parcelas en los bloques de plantación mixta para obtener información de los árboles dentro de la parcela, como altura, diámetro a la altura del pecho, grosor de corteza, etc., todos estos datos fueron tomados con instrumentos especializados. Posteriormente se obtuvieron árboles tipo y árboles dominantes, para las parcelas, los cuales fueron volteados y cubicados. La obtención de esta información fue con el fin de conocer el volumen (M3) en pie del rodal, estudiar estructuras de tamaños para cada masa y describir el comportamiento de diferentes variables y sus relaciones.

OBJETIVOS:

1. Caracterizar el tipo de masa en la que se llevo a cabo el estudio.
2. Estudiar la estructura de tamaños para la masa compuesta por los árboles de *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste) en una plantación mixta.
3. Describir las relaciones existentes entre las diferentes variables y entender como se comporta cada una de ellas.
4. Calcular el factor de forma promedio para la especie de *Enterolobium cyclocarpum*, bajo el concepto de árbol completo.
5. Calcular el volumen en pie del rodal compuesto por los árboles de *Enterolobium cyclocarpum* creciendo en una masa mixta

1. METODOLOGIA:

1.1. MATERIALES DE CAMPO

- ✚ dos forcípulas
- ✚ dos cintas diamétricas
- ✚ una cinta métrica
- ✚ un clinómetro
- ✚ dos medidores de corteza
- ✚ una brújula
- ✚ tres machetes
- ✚ tres calculadoras
- ✚ papel milimétrico
- ✚ formularios para el registro de datos
- ✚ crayones para madera
- ✚ lápiz de grafito (mongol N°2)
- ✚ dos jalones
- ✚ estacas realizadas en el campo.
- ✚ un botiquín de primeros auxilios a nivel general.
- ✚ Una cinta de constructor
- ✚ pentaprisma

1.2 Metodología detallada de Trabajo de Campo.

1.2.1 Instalación de la parcela Rectangular

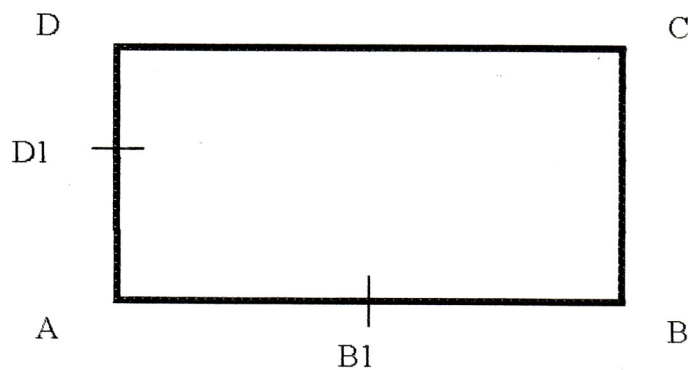
Donde:

$$AD = BC = 25 \text{ m}$$

$$CD = BA = 40 \text{ m}$$

Se ubica un punto en el terreno que corresponde al vértice A de la parcela, desde este punto se define la recta AB_1 donde se coloca un jalón para luego por alineación colocar el punto B, a partir de esto se obtiene como resultado final la recta AB.

Con ayuda del pentaprisma se define un punto D_1 de tal manera que AD, esta a 90° de AB y por alineación de A y D_1 se obtiene el lado DC. El mismo procedimiento se utilizó para ubicar el lado BC. La medida de control en este caso sería el lado CB.



$$AD = BC = 25\text{m}$$

$$AB = CD = 40\text{m}$$

1.2.2 Medición de árbol en pie.

Todas las mediciones se realizaron en dos parcelas de 1000 m² de forma rectangular cada una, realizada una en el bloque III de la plantación, donde existen especies de Cenízaro en un 49%, Guanacaste en un 50% y Cedro en un 1%, y la otra en el bloque IV , en donde existe una mezcla de Caoba en un 25%, Cenizazo en un 25% y Guanacaste en un 50%.

1.2.3 Medición de diámetros

a. Con forcípula

Se realiza dos mediciones perpendiculares entre sí, a la altura de 1.30 m y a 0.20 m a partir de la base del árbol.

b. Con cinta diamétrica

Se realiza una sola medición a 1.30 m a partir de la base del árbol, donde se utiliza una referencia la cual tiene señalado el 1.30 m para facilitar la exactitud de la medida.

1.2.4 Medición de alturas

a. Clinómetro

Se realiza dos mediciones a en grados a 12 m de distancia del árbol, una a la base del árbol y otra al ápice terminal del árbol.

Para el cálculo de la altura se utiliza la siguiente fórmula:

$$h = 12 * (\tan\alpha + \tan\beta)$$

Donde:

h es la altura total del árbol desde la base hasta el ápice terminal.

α es la medida en grados a la base

β es la medida al ápice terminal del árbol.

1.2.5 Medición de corteza

Se realiza dos mediciones perpendiculares entre sí a altura de pecho con el medidor de corteza.

1.2.6 Escogencia de los árboles para voltear

Se hace una gráfica de dispersión donde se grafica diámetros a la altura de pecho (d) medidos con cinta diamétrica versus alturas calculadas a partir de las mediciones realizadas con clinómetro.

Se determina el d_g , para calcular el árbol tipo, cuya fórmula es:

$$d_g = \sqrt{\sum d^2 / n}$$

Donde:

d_g es el diámetro del árbol de área transversal aritméticamente promedio.

$\sum d^2$ es la sumatoria de todos los diámetros al cuadrado.

n es el número total de árboles.

El d_g se extrapola para determinar h_{dg} , y a partir de esto se toman los datos de los árboles agrupados alrededor del árbol tipo teórico, y se escoge el que reúne las mejores condiciones; el que ramifica a mayor altura, el que tengo el fuste mas recto, el que tenga el mayor dap. Donde dap es el diámetro a altura de pecho y h_{dg} es la altura del árbol de área transversal aritméticamente promedio.

Se determina el árbol dominante a partir del criterio, de que sea el que tiene mayor altura.

Se procede a derribar los árboles, después de chequear que sus medidas de d y h fueran las correctas (parecidas a las que anteriormente se midieron). Esto se realiza por cada especie presente en la parcela.

1.2.7 Cubicación de árboles volteados

Anteriormente se derribaron los árboles dominante y tipo, proceso que, en este caso, fue realizado por una persona experimentada que procuró dirigir la caída de los árboles a las regiones donde estos produjeran menor impacto. Paso seguido se procede a marcar cada uno de los árboles a una distancia de 1 m tomando medidas de diámetro cada metro, mientras el diámetro fuese comercialmente aprovechable (mayor de 10cm). Las galletas se obtienen sobre la base de las marcas. En el momento que el árbol presente diámetros no comerciales, o sea menores a 10 cm., se procede a realizar mediciones cada 1.10m y a hacer marcas, cada metro.

Se calcula el factor de corrección con la siguiente forma:

$$F_m = \text{volumen real} / \text{volumen teórico}$$

Donde el volumen real del árbol dominante y del árbol tipo se calcula a partir de la fórmula de Smalian aplicada a las trozas y sumándolas posteriormente.

$$\text{Volumen de troza} = ((g \text{ mayor} + g \text{ menor}) / 2) * L$$

g = área basimétrica

L = longitud de la troza

Volumen real = volumen de la troza 1 + volumen de la troza 2 + ... + volumen de la troza N

$$\text{Volumen del cilindro teórico} = h * g$$

Donde:

h = altura al ápice terminal medido con clinómetro

g = área basal a 1.30 m sacada a partir del diámetro medido con cinta diamétrica.

1.3 Metodología etapa de oficina.

Al terminar la etapa de recolección de información en el campo, el siguiente paso es analizar el conjunto de datos recolectados. Esto se efectuó de la siguiente manera :

1.3.1 Manipulación de datos.

Cada una de los datos cuantitativos se pasan a formato digital, de esta forma se facilita su manipulación y análisis.

Para esto se utilizo una computadora y varios programas especiales en el análisis de este tipo de información , como lo son : Microsoft Excel, StatMost 3.0, EstatGrafig y Microsoft Word.

1.3.2. Obtención de Resultados.

Al tener claro el sed de datos y la información que se necesita obtener del mismo se procede a correr cada uno de los programas antes mencionados. De tal forma se obtienen resultados confiables.

1.3.3. Análisis de Resultados.

Con los resultados obtenidos , análisis estadísticos(Correlaciones y regresiones) y gráficos de los datos se procede a analizar cada uno de manera tal que se pueden interpretar de manera precisa, y por medio de esto lograr conclusiones lógicas.

2 . Lista de formulas y símbolos utilizados.

2.1 Símbolos.

- **DAP** : Diámetro a la altura del pecho
- **m** : metro
- **m²**: metro cuadrado
- **M³** : metro cúbico
- **cm** : centímetro
- **v**: volumen
- **h** :altura
- **d** : diámetro
- **du**: diámetro sin corteza
- **2d**: doble grosor de corteza
- **g**: área basal
- **L**: longitud de la troza
- **n** : numero de árboles
- **dg**: diámetro medio cuadrático del área transversal .
- $\sum d^2$:sumatoria de todos los diámetros al cuadrado
- **h_{dg}** : altura correspondiente al diámetro medio cuadrático.
- **f** : factor de forma
- **d_j**: puntos medios de las clases
- **f_j** :frecuencias
- **ĝ** : área aritméticamente promedio.
- **ha** : hectárea

2.2 Formulas:

- $h = 12 * (\tan \alpha + \tan \beta)$

Donde:

12 es la distancia en metros a la que se midió la altura de cada árbol

h es la altura total del árbol desde la base hasta el ápice terminal.

α es la medida en grados a la base

β es la medida en grados al ápice terminal del árbol.

- $dg = \frac{\sum d^2}{n}$

Donde:

dg es el diámetro del árbol de área transversal aritméticamente promedio.

$\sum d^2$ es la sumatoria de todos los diámetros al cuadrado.

n es el número total de árboles.

- $F_m = \text{volumen real} / \text{volumen teórico}$

- $\text{Volumen de troza} = ((g \text{ mayor} + g \text{ menor}) / 2) * L$

g = área basimétrica

L = longitud de troza

Volumen real = volumen de la troza 1 + volumen de la troza 2 + ... +
volumen de troza N

- $\text{Volumen del cilindro teórico} = h * g$

Donde:

h = altura al ápice terminal medido con clinómetro

g = área basal a 1.30 m sacada a partir del diámetro medido con cinta diamétrica.

- Smallian

$$V = \frac{(g + x + g - x) * l}{2}$$

3. RESULTADOS:

Caracterización de las Masas. Ver anexo 1.

Parcela 0302:

Parcela mixta de once años de edad, compuesta por Guanacaste en un 50%, por Cenizaro en un 25% y por Caoba en un 25%, la densidad de la masa, para guanacaste, es de 180 árboles/ ha, con un área basal de 10.45m^3 / ha.

Parcela 0304:

Parcela mixta de once años de edad, compuesta por Guanacaste en un 50%, Cenizaro en un 49% Y cedro en un 1%; la densidad de la masa, para guanacaste, es de 190 árboles/ ha, con un área basal de 9.434 m^2 / ha.

Estructura de Tamaños.

Gráfico #1: Distribución de los diámetros, por clases de tamaño, para los árboles de guanacaste de la parcela 0304.

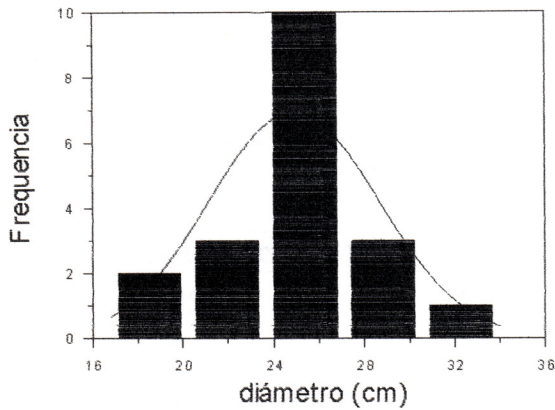


Gráfico #2: Distribución de los diámetros, por clases de tamaño, para los árboles de guanacaste de la parcela 0302.

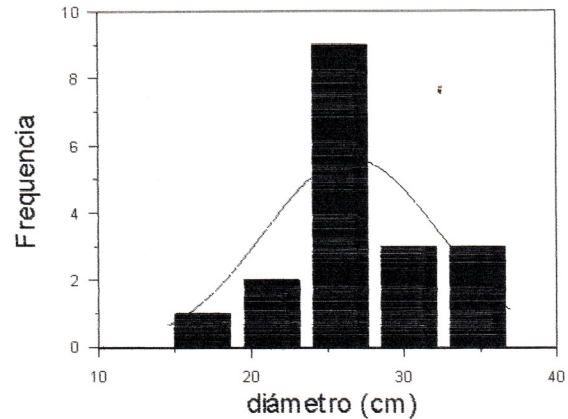
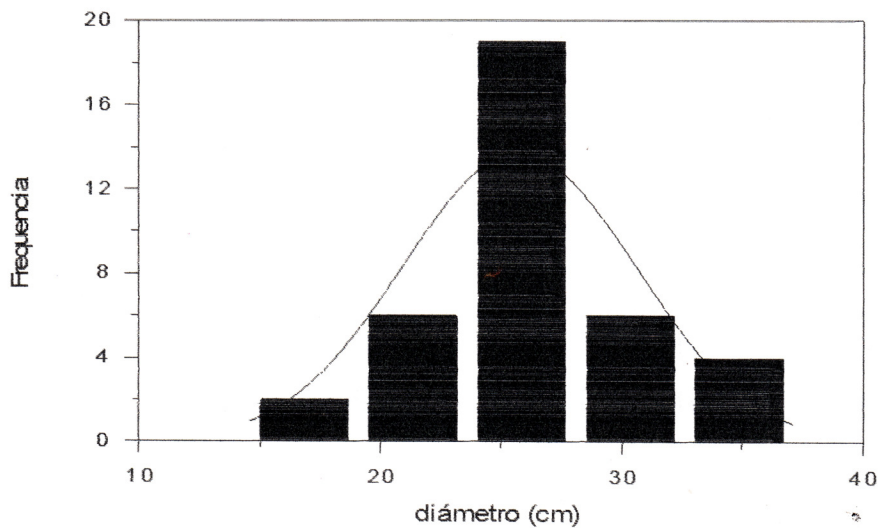


Gráfico # 3: Distribución de los diámetros, por clases de tamaño, para los árboles de las parcelas 0304 y 0302.



En los gráficos anteriores podemos observar que, para ambas parcelas, la distribución de diámetros se concentran principalmente en las clases medias, por lo tanto se puede concluir que hay pocos árboles de diámetros pequeños y pocos árboles de diámetros muy grandes. Esto lo podemos observar tanto al graficar cada parcela por separado como al graficar las parcelas juntas.

Relaciones alométricas

En esta sección se valoran las relaciones entre los crecimientos de una parte orgánica y el crecimiento total, o de otra parte, para un solo árbol y para una masa de individuos de la misma especie.

Cuadro #1: Medición de árboles en pie, con clinómetro y cinta diamétrica, para la parcela 0302.

Árbol	d (cm)	° depresión	° elevación	dist m	Altura
23	25.4	-6	34	15	12.58
24	24.1	-6	30	16	11.62
25	23.9	-7	30	12	9.04
26	24.3	-7	31	13	10.15
27	26.1	-5	32	17	12.81
28	19.6	-5	27	15	9.37
29	25.3	-6	35	15	13.03
30	24.3	-7	31	13	10.15
31	28.4	-6	30	13	9.44
32	36.3	-5	28	15	9.74
33	27.9	-5	32	16	12.05
34	34.6	-7	33	12	10.06
35	14.6	-8	33	10	8.69
36	28.5	-5	30	16	11.2
37	31.1	-9	31	17	14.26
38	37.1	-6	31	16	12.05
39	27.6	-5	26	16	9.61
40	19.8	-6	28	14	9.44

Cuadro # 2: Corrección de alturas para los árboles de la parcela 0302.

Árbol	h estimada	Factor de corrección	h corregida
2	12.58	0,89	11.20
3	11.62	0,89	10.34
4	9.04	0,89	8.05
5	10.15	0,89	9.03
8	12.81	0,89	11.40
9	9.37	0,89	8.34
10	13.03	0,89	11.60
13	10.15	0,89	9.03
16	9.44	0,89	8.40
18	9.74	0,89	8.67
19	12.05	0,89	10.72
20	10.06	0,89	8.95
21	8.69	0,89	7.73
22	11.2	0,89	9.97
23	14.26	0,89	12.69
24	12.05	0,89	10.72
25	9.61	0,89	8.55
27	9.44	0,89	8.40

Cuadro #3: Mediciones de diámetro y altura, para árboles en pie, de la parcela 0304.

Árbol	d (cm.)	° deprec	° eleva	distancia (m)	h estimada
2	24	9	35	12	10.3
3	24.3	5	37	12	10.09
4	24	8	34	12	9.78
5	23.5	8	38	12	11.06
8	27	6	37	12	10.3
9	24	7	40	12	11.54
10	21	8	32	12	9.18
13	25	8	34	12	9.78
16	26	8	40	12	11.75
18	29	7	41	12	11.9
19	19.7	8	31	12	8.89
20	28.6	7	38	12	10.84
21	22.9	9	32	12	9.39
22	25	8	38	12	11.06
23	23.8	7	33	12	9.26
24	25.8	8	36	12	10.4
25	29	7	38	12	10.84
26	34	9	38	12	11.27
27	16.8	6	32	12	8.75

Cuadro #4: Corrección de alturas, para los árboles de la parcela 0304.

h estimada	Factor de corrección	h corregida
10.3	0.98	10.09
10.09	0.98	9.89
9.78	0.98	9.58
11.06	0.98	10.84
10.3	0.98	10.09
11.54	0.98	11.31
9.18	0.98	9.00
9.78	0.98	9.58
11.75	0.98	11.52
11.9	0.98	11.66
8.89	0.98	8.71
10.84	0.98	10.62
9.39	0.98	9.20
11.06	0.98	10.84
9.26	0.98	9.07
10.4	0.98	10.19
10.84	0.98	10.62
11.27	0.98	11.04
8.75	0.98	8.58

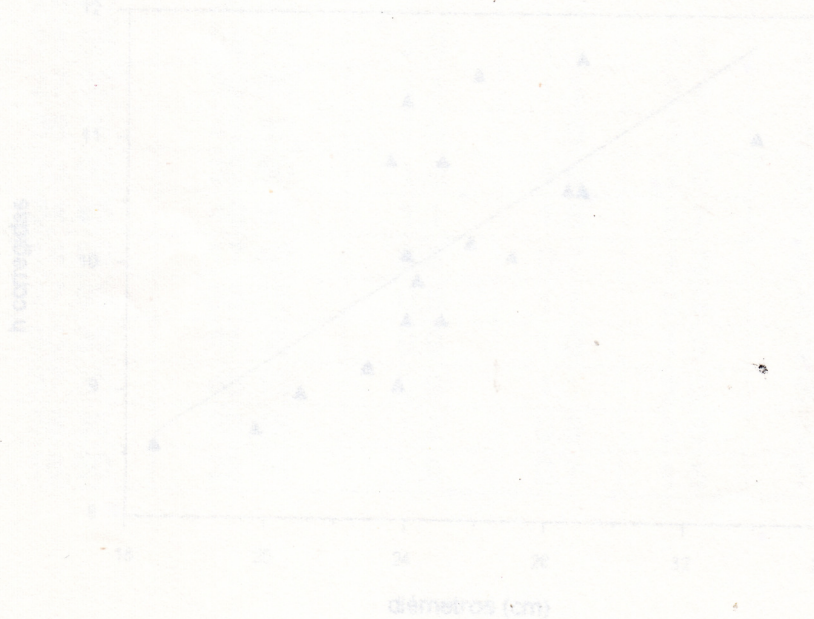


Gráfico #4: Relación entre diámetros y alturas corregidas para los árboles de la parcela 0302.

tenemos cuenta que existe una correlación de 34% (parc. 0302) y 71% (parc. 0304) respectivamente con un P (probabilidad) menor a 0.05 a un nivel de significancia de de 0.95. Ver anexo 1.

En los gráficos interiores podemos observar los valores de los diámetros medidos a 1.30 veces las alturas corregidas, tomadas con clinómetro, en ambas parcelas tienden a una línea de pendiente positiva, lo que reafirma el supuesto de correlación positiva entre ambas variables. Además se puede observar una gran dispersión en los datos esto debido a la diversidad que se presenta en las especies de los árboles.

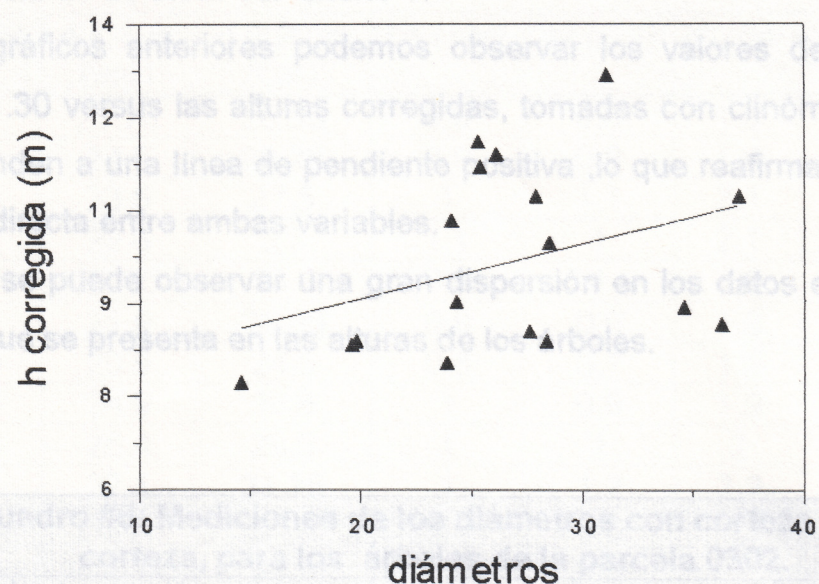
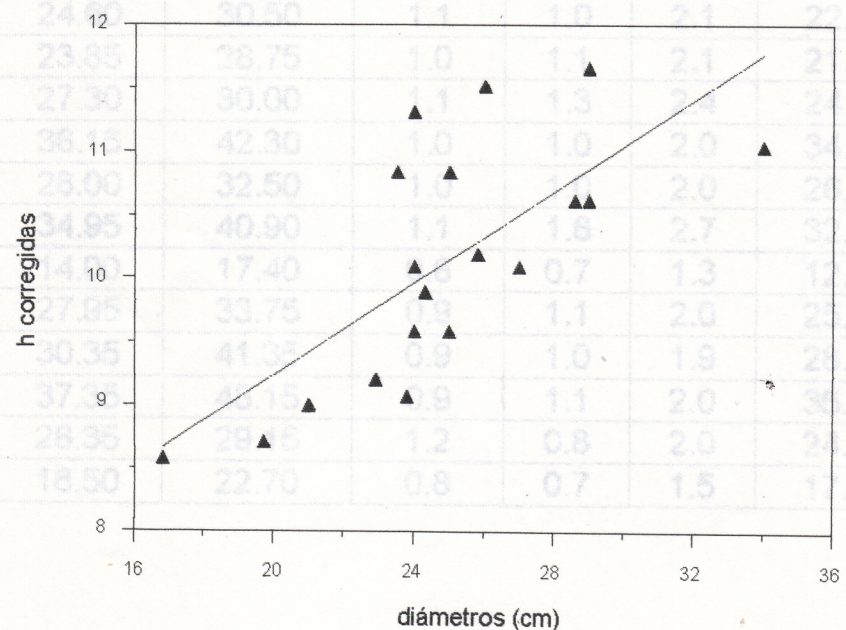


Gráfico #5: Relación entre diámetros y alturas corregidas para los árboles de la parcela 0304.

	diámetro	altura	diámetro	altura	diámetro	altura
	1.3m	1.3m	1.3m	1.3m	1.3m	1.3m
Actual	(cm)	(cm)	b1 (cm)	b2 (cm)	2b (cm)	altura
23	24.25	30.00	0.8	1.0	1.8	22.45
24	23.00	27.00	0.8	0.9	1.7	21.30
25	23.40	28.00	0.8	0.9	1.8	21.60
26	23.55	28.60	0.8	1.0	1.8	21.95
28	19.10	26.40	0.6	0.8	1.2	17.90
29	24.50	30.50	1.1	1.0	2.1	22.50
30	23.85	28.75	1.0	1.1	2.1	21.75
31	27.30	30.00	1.1	1.3	2.4	24.90
32	36.15	42.30	1.0	1.0	2.0	34.15
33	28.00	32.50	1.0	1.1	2.0	28.00
34	34.95	40.90	1.1	1.6	2.7	34.25
35	14.90	17.40	0.9	0.7	1.3	14.70
36	27.95	33.75	0.9	1.1	2.0	27.95
37	30.35	41.35	0.9	1.0	1.9	28.45
38	37.39	45.15	0.9	1.1	2.0	36.35
39	28.35	29.85	1.2	0.8	2.0	28.35
40	18.50	22.70	0.8	0.7	1.5	18.00



Observando la relación entre los diámetro a 1.30m, y las alturas medidas con clinómetro nos damos cuenta que existe una correlación de 34% (parc. 0302) y 71% (parc. 0304) respectivamente con un P (probabilidad) menor a 0.05 a un nivel de significancia de de 0.95. Ver anexo 1.

En los gráficos anteriores podemos observar los valores de los diámetros medidos a 1.30 versus las alturas corregidas, tomadas con clinómetro, en ambas parcelas tienden a una línea de pendiente positiva ,lo que reafirma el supuesto de correlación directa entre ambas variables.

Además se puede observar una gran dispersión en los datos esto debido a la diversidad que se presenta en las alturas de los árboles.

Cuadro #5: Mediciones de los diámetros con corteza y sin corteza, para los árboles de la parcela 0302.						
Arbol	d 1.3m (cm)	dbase (cm)	b1 (cm)	b2 (cm)	2b (cm)	du 1.3m (cm)
23	24.25	30.00	0.8	1.0	1.8	22.45
24	23.00	27.00	0.8	0.9	1.7	21.30
25	23.40	28.00	0.9	0.9	1.8	21.60
26	23.65	28.50	1.2	1.0	2.2	21.45
27	23.85	28.60	0.9	1.0	1.9	21.95
28	19.10	26.40	0.6	0.6	1.2	17.90
29	24.60	30.50	1.1	1.0	2.1	22.50
30	23.85	28.75	1.0	1.1	2.1	21.75
31	27.30	30.00	1.1	1.3	2.4	24.90
32	36.15	42.30	1.0	1.0	2.0	34.15
33	28.00	32.50	1.0	1.0	2.0	26.00
34	34.95	40.90	1.1	1.6	2.7	32.25
35	14.00	17.40	0.6	0.7	1.3	12.70
36	27.95	33.75	0.9	1.1	2.0	25.95
37	30.35	41.35	0.9	1.0	1.9	28.45
38	37.35	48.15	0.9	1.1	2.0	35.35
39	26.35	29.15	1.2	0.8	2.0	24.35
40	18.50	22.70	0.8	0.7	1.5	17.00

Gráfico #6: Relación entre los diámetros con y sin corteza, para los árboles de la parcela 0302.

Cuadro #6: Mediciones de los diámetros con y sin corteza, para los árboles de la parcela #0304.

Árbol	d 1.3 m (cm)	d 0.20 m (cm)	b1 (cm)	b2 (cm)	2b (cm)	du 1.3 m (cm)
2	21.75	26.53	0.9	0.9	1.8	19.95
3	24.5	28.25	0.9	0.9	1.8	22.6
4	23.5	27.5	1	1.1	2.1	21.4
5	22.6	27	1.1	1	2.1	20.5
8	26.05	33.4	0.9	1	1.9	24.15
9	21.9	26.85	0.9	0.9	1.8	20.1
10	20.9	24.5	0.8	0.7	1.5	19.4
13	24.9	30.6	1	0.9	1.9	23
16	25.4	29.5	1	1	2	23.4
18	27.1	31.25	1	1.2	2.2	24.9
19	20.65	22.55	0.8	0.9	1.7	18.95
20	28.25	32.5	0.9	0.8	1.7	26.55
21	22.2	28	0.9	0.8	1.7	20.5
22	24.15	28.25	1	0.9	1.9	22.25
23	23.1	27.95	1.1	0.8	1.9	21.2
24	25.45	30	0.9	0.8	1.7	23.75
25	28.75	33	0.9	0.8	1.7	27.05
26	33.8	35.5	1.2	1	2.2	31.6
27	16.35	19	0.6	0.6	1.2	15.15

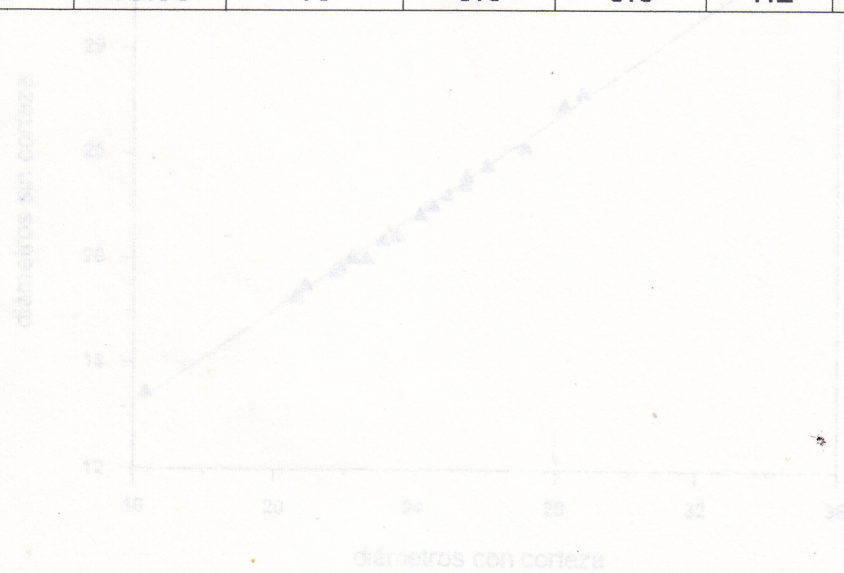


Gráfico #6: Relación entre los diámetros con y sin corteza, para los árboles de la parcela 0302.

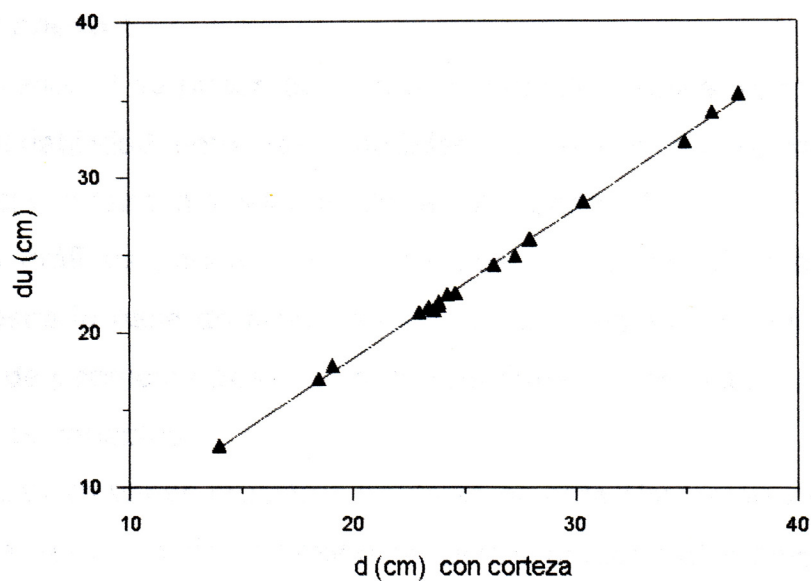
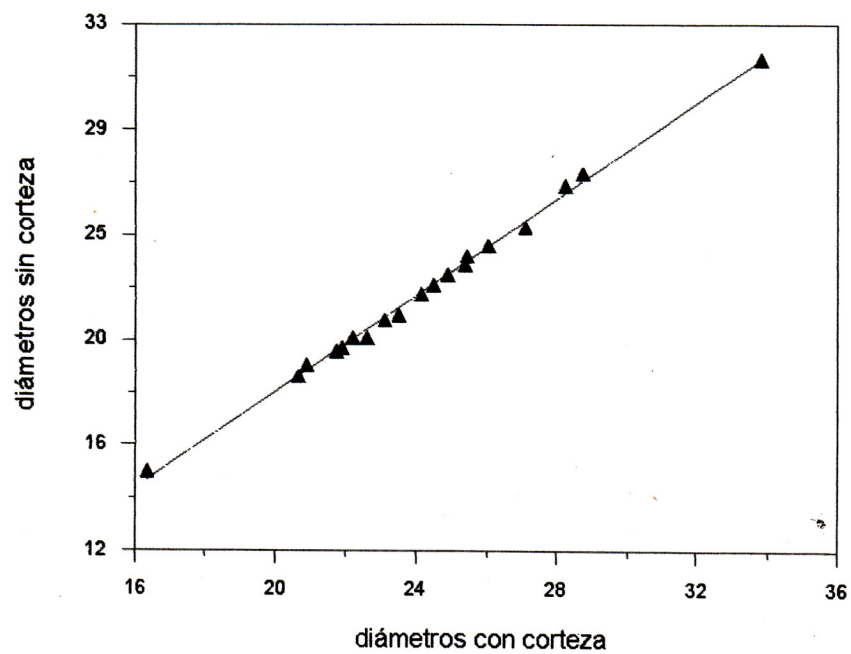


Gráfico #7: Relación entre los diámetros con y sin corteza, para los árboles de la parcela 0304.



Si observamos la relación entre los diámetros, con corteza y sin corteza, a 1.30 m de altura, podemos ver que guardan una correlación del 99% para ambas parcelas con un P(probabilidad) menor a 0,05, a un nivel de significancia de 0,95. Ver anexo 1.

Observando r^2 se puede decir que la ecuación explica en aproximadamente un 98% la variabilidad entre las medidas obtenidas de diámetro con corteza y diámetro sin corteza a 1.30m de altura. Ver anexo 1.

En los gráficos podemos observar que los valores de diámetros medidos a 1.30m, desde la base de árbol, versus alturas medidas con clinómetro tienden a una línea de pendiente positiva, lo que reafirma el supuesto de correlación directa entre ambas variables.

Si se extraen varias muestras similares en esta plantación y del set de datos se extrae una ecuación de regresión se podrá predecir el diámetro sin corteza de cualquier árbol dentro de la plantación sin importar donde se ubique, siempre y cuando las condiciones topográficas, la edad y el manejo sean muy homogéneas.

Gráfico #8: Relación entre los diámetros a 1,30 m y a 20 cm de altura para los árboles de la parcela 0302.

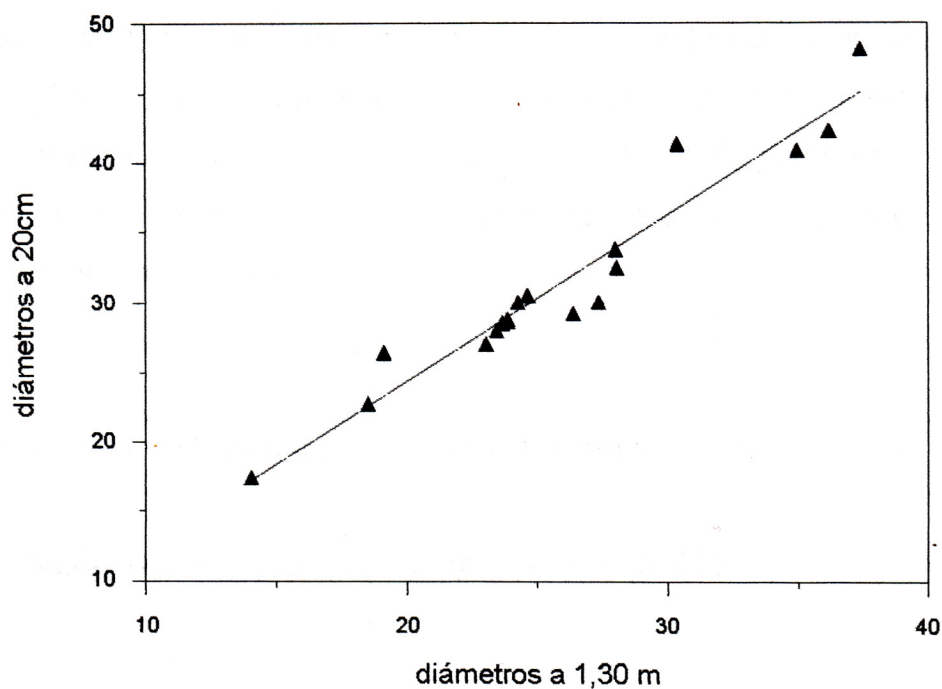
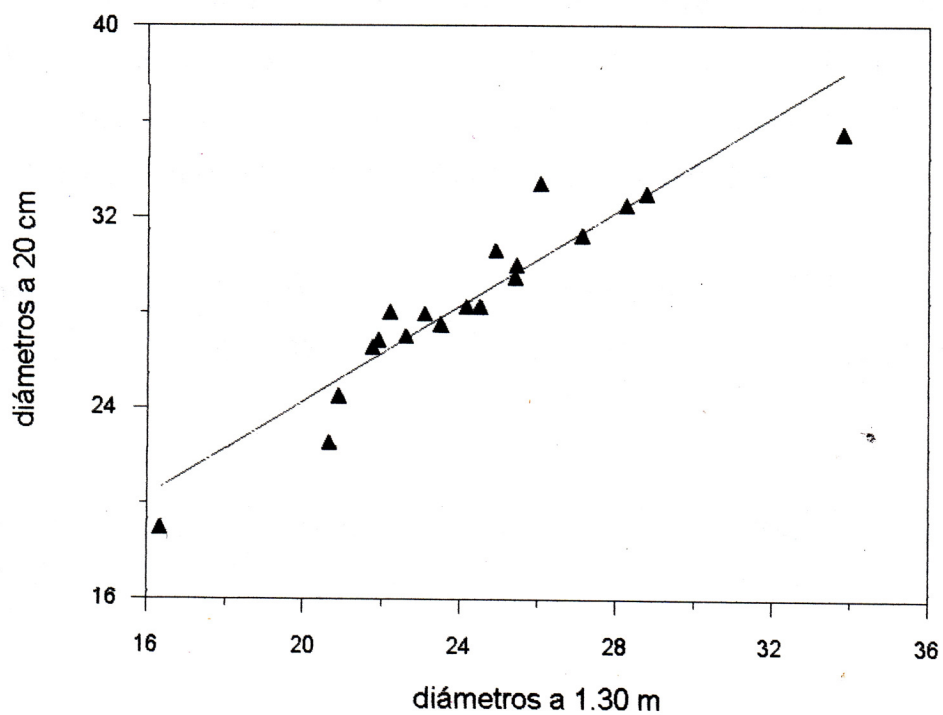


Gráfico #9: Relación entre los diámetros a 1,30 m y a 20 cm de altura para los árboles de la parcela 0304.



La correlación entre los diámetros medidos a 20 cm (base) y a 1.30 m, para las parcelas 0302 y 0304, es de 96% y 94% respectivamente, con una probabilidad menor a 0.05 a un nivel de significancia de 0.95. Ver anexo 1.

Observando r^2 se puede decir que la ecuación explica en aproximadamente un 0.88% y 0.92% las variabilidades entre las medidas obtenidas. Ver anexo 1.

En los gráficos podemos observar que los valores de DAP vrs. diámetro a la base tienden a una línea positiva, lo que reafirma el supuesto de correlación directa entre ambas variables.

Cálculo del volumen por parcela y por hectárea para el rodal en pie

-Cubicación de árbol tipo por Smalian, de parcela 0302

Formula abreviada:

$$V. \text{ real} = (0.7854 * 1.1) * (0.3375^2 + 0.2795^2) * 0.5 + (0.7854 * 2.6) * (0.2795^2 + 0.216^2) * 0.5 + (0.7854 * 1) * (0.216^2 + 22.3^2) * 0.5 + (0.7854 * 0.5) (22.3^2 * 0.5 + 19.25^2 + 15.95^2 + 14.8^2 + 13^2 + 12.65^2 * 0.5) + (0.7854 * 0.6) (12.65^2 + 10.85^2) * 0.5 + (0.7854 * 0.8) (10.85^2 + 8^2) * 0.5 + (0.7854 * 0.7) (8^2 + 6.7^2) * 0.5 + (0.7854 * 0.4) (6.7^2 + 6.5^2) * 0.5 + (0.7854 * 0.5) (6.5^2 + 5.4^2) * 0.5 + (0.7854 * 0.6) (5.4^2 + 3.5^2) * 0.5 + \text{vol. Cono } (0.035^2 * 0.7854) / 3 * 1.45 = 0.00046$$

Especie	V real	V teórico	Factor mórfico
Guanacaste	0.3197	0.6933	0.4611

Especie	Dg	Hdg
Guanacaste	27.19 cm ²	9.8 m

Área basal promedio por parcela:

$$g = dg^2 * 0.7854$$

$$g = (27.19 / 100)^2 * 0.7854 = 0.0580 \text{ m}^2$$

Volumen por parcela:

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

$$v \text{ promedio} = 0.0580 * 9.8 * 0.4611 = 0.2620 \text{ m}^3$$

$v \text{ m}^3 / \text{parcela} = v \text{ promedio} * \text{numero de árboles en la parcela.}$

$$v \text{ m}^3 / \text{parcela} = 0.2620 \text{ m}^3 * 18 = 4.716 \text{ m}^3 / \text{parcela}$$

$$V \text{ m}^3 / \text{ha} = 4.716 * 10 = 47.16 \text{ m}^3 / \text{ha}$$

Cubicación del árbol tipo por SMALIAN, de la parcela 0304.

Formula abreviada:

$$\begin{aligned} V \text{ real: } & 0.7854 \times 1.1 (0.2825^2 + 0.241^2) 0.5 + 0.7854 \times 1.1 (0.1935^2 + 0.1875^2) 0.5 \\ & + 0.7854 \times 1 (0.241^2 \times 0.5 + 0.244^2 + 0.216^2 \times 0.5) + 0.7854 \times 0.8 (0.216^2 + \\ & 0.1935^2) 0.5 + 0.7854 \times 0.8 (0.1875^2 + 0.123^2) 0.5 + 0.7854 \times 0.6 (0.0945^2 + \\ & 0.0635^2) 0.5 + 6 \times 0.7854 \times 0.6 (0.057^2 + 0.045^2) 0.5 + 0.7854 \times 0.6 (0.038^2 + 0.0225^2) \\ &) 0.5 + 0.7854 \times 0.5 (0.123^2 \times 0.5 + 0.1025^2 + 0.0945^2 \times 0.5) + 0.7854 \times 0.5 (0.045^2 \\ & + 0.0335^2) 0.5 + 0.7854 \times 0.4 (0.0635^2 \times 0.5 + 0.057^2 + 0.057^2 \times 0.5) + 0.7854 \times \\ & 0.4 (0.0335^2 + 0.038^2) 0.5 + v \text{ cono } (0.2618 + 0.0225^2 + 0.8) = 0.2398 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$V \text{ real: } 0.2398 \text{ m}^3$$

Especie	V real	V teórico	Factor mórfico
Guanacaste	0.2398	0.5155	0.4652

• Mediante los gráficos de alturas corregidas nos damos cuenta que

Especie	Dg	Hdg
Guanacaste	25.18 cm ²	10.35 m

asumimos que esto se debe a un inadecuado manejo de densidades en la plantación.

Área basal promedio por parcela:

• Por medio del factor de forma promedio obtenido para los árboles tipo

$g = dg^2 * 0.7854$, nos damos cuenta que estos presentan una conicidad alta, por lo tanto el volumen de los árboles se reduce con la altura.

$$g = (25.18 / 100)^2 * 0.7854 = 0.0497 \text{ m}^2$$

• Por medio de la ecuación de regresión calculada para el set de

Volumen por parcela: diámetros, se puede predecir el diámetro sin corteza para cualquier árbol que se encuentre dentro del rango del set de datos en

estudio. La ventaja de esto es que cualquier cálculo que se realice en base a la plantación en estudio implicaría menos mano de obra y con

$$v \text{ promedio} = 0.0497 * 10.35 * 0.4652 = 0.2392 \text{ m}^3$$

$v \text{ m}^3 / \text{parcela} = v \text{ promedio} * \text{numero de árboles en la parcela.}$

$$v \text{ m}^3 / \text{parcela} = 0.2392 \text{ m}^3 * 19 = 4.5466 \text{ m}^3 / \text{parcela}$$

$$V \text{ m}^3 / \text{ha} = 4.5466 * 10 = 45.4663 \text{ m}^3 / \text{ha}$$

Volumen promedio de las parcelas 0302 y 0304.

$$V \text{ m}^3 / \text{ha de las parcelas 0302 y 0304} = 45.81 \text{ m}^3 / \text{ha.}$$

Conclusiones.

- Mediante los gráficos de alturas corregidas nos damos cuenta que existe una gran variabilidad entre las alturas, en contraposición los diámetros presentan homogeneidad en sus medidas, por lo que asumimos que esto se debe a un inadecuado manejo de densidades en la plantación.
- Por medio del factor de forma promedio obtenido para los árboles tipo, 0.4631 , nos damos cuenta que estos presentan una conicidad alta, por lo tanto el volumen de los árboles se reduce con la altura.
- Por medio de la ecuación de regresión calculada para el set de datos, de diámetros, se puede predecir el diámetro sin corteza para cualquier árbol que se encuentre dentro del rango del set de datos en estudio. La ventaja de esto es que cualquier cálculo que se realice en base a la plantación en estudio implicaría menos mano de obra y con esto menos gastos.

Recomendaciones

- Al observar la dispersión de las alturas e identificar un manejo inadecuado, podríamos sugerir este aspecto, haciendo raleos cuándo realmente se deban hacer y con la intensidad adecuada, para tener una masa remanente mas homogénea , tomando en cuenta los recursos disponibles para dichos trabajos.
- Realizar estudios similares en el resto de parcelas, en donde se encuentre esta especie, para constatar si los resultados obtenidos en este trabajo también aplican a esas plantaciones, y ver si las mezclas de diferentes especies afecta en el comportamiento del desarrollo del *Enterolobium cyclocarpum*.

ANEXO 1.

Estadísticas de las palabras 0302 y 0304

ANEXOS.

ANEXO 1.

Variables: X = "d cm", Y = "h corregida"
 Equation: h_corregida = 1.3309 + 0.0874*d_cm

Estadísticos de las parcelas 0302 y 0304.

		Variance
d_cm	18	26.4956
h_corregida	18	9.8550

Regression Coefficient = 0.087356
 Standard Error of B = 0.059118
 Y-Intercept = 1.330856
 R-Squared = 0.136091
 Adjusted R-Squared = 0.065097
 Standard Error of Estimate = 1.404972

The 95.0% confidence limits for the slope are (0.0370614, 0.122673)

Pearson Correlation Table

d cm		h corregida	
d cm	18	0.14651	0.1589
h corregida	0.14651	18	0.1589

2. Diámetros y alturas parcela 0302 **ESTADÍSTICOS.**

1. Diámetros y alturas parcela 0302

Linear Regression Analysis Results

Variables: X = "d_cm", Y = "h_corregida"
 Equation: $h_corregida = 7.3309 + 0.0874 \cdot d_cm$

Variable	N	Mean	Variance
d_cm	18	26.6056	33.2276
h_corregida	18	9.6550	2.1114

Regression Coefficient = 0.087356
 Standard Error of B = 0.059114
 Y-Intercept = 7.330856
 R-Squared = 0.120091
 Adjusted R-Squared = 0.065097
 Standard Error of Estimate = 1.404972

The 95.0% confidence limits for the slope are:
 [0.0379614, 0.212673]

Pearson Correlation Table

Pearson Correlation Table

	d cm	h correge
d cm.	0.3465 (18) 0.1589	0.3465 (18) 0.1589
h cooreq	0.3465 (18) 0.1589	

2. Diámetros y alturas parcela 0304

3. Diámetros con corteza y sin corteza de la parcela 0302

Linear Regression Analysis Results

Variables: X = "d_cm", Y = "h_corregida"

Equation: $h_corregida = 5.6339 + 0.1804*d_cm$

Variable	N	Mean	Variance
d_cm	19	24.9158	14.1325
h_corregida	19	10.1279	0.9075

Regression Coefficient = 0.180367
 Standard Error of B = 0.043171
 Y-Intercept = 5.633916
 R-Squared = 0.506608
 Adjusted R-Squared = 0.477585
 Standard Error of Estimate = 0.688554

The 95.0% confidence limits for the slope are: [0.0892838, 0.27145]

Pearson Correlation Table

	d_cm	h_corregid
d_cm		0.7118
	(19)	
		0.0006
h_corregid	0.7118	
	(19)	
		0.0006

3. Diámetros con corteza y sin corteza de la parcela 0302

Linear Regression Analysis Results

Variables: X = "d_cm", Y = "du_cm"

Equation: $du_cm = -0.8804 + 0.9598*d_cm$

Variable	N	Mean	Variance
d_cm	18	25.9222	36.6933
du_cm	18	24.0000	33.8715

Regression Coefficient = 0.959808
 Standard Error of B = 0.010797
 Y-Intercept = -0.880360
 R-Squared = 0.997979
 Adjusted R-Squared = 0.997853
 Standard Error of Estimate = 0.269659

The 95.0% confidence limits for the slope are: [0.93692, 0.982696]

Pearson Correlation Table

	d_cm	du_cm
d_cm		0.9990 (18) 5.460E-023
du_cm	0.9990 (18) 5.460E-023	

4. Diámetros con corteza y sin corteza de la parcela 0304

Linear Regression Analysis Results

Variables: X = "d_cm", Y = "du_cm"
 Equation: $du_cm = -0.8690 + 0.9601*d_cm$

Variable	N	Mean	Variance
d_cm	19	24.2789	13.8462
du_cm	19	22.4421	12.8015

Regression Coefficient = 0.960139
 Standard Error of B = 0.012558
 Y-Intercept = -0.869048
 R-Squared = 0.997100
 Adjusted R-Squared = 0.996930
 Standard Error of Estimate = 0.198257

The 95.0% confidence limits for the slope are: [0.933643, 0.986634]

Pearson Correlation Table

	d_cm	du_cm
d_cm		0.9985 (19) 5.141E-023
du_cm	0.9985 (19) 5.141E-023	

5. Diámetro base y a 1.3 m parcela 0302

Linear Regression Analysis Results

Variables: X = "d_cm", Y = "d_20cm"

Equation: $d_{20cm} = 0.4689 + 1.1948 * d_{cm}$

Variable	N	Mean	Variance
d_cm	18	25.9222	36.6933
d_20cm	18	31.4417	56.2354

Regression Coefficient = 1.194834
 Standard Error of B = 0.080990
 Y-Intercept = 0.468915
 R-Squared = 0.931520
 Adjusted R-Squared = 0.927240
 Standard Error of Estimate = 2.022786

The 95.0% confidence limits for the slope are: [1.02314, 1.36653]

Pearson Correlation Table

	d_cm	d_20cm
d_cm		0.9652 (18) 9.800E-011
d_20cm	0.9652 (18) 9.800E-011	

6. Diámetro con corteza y sin corteza parcela 0304

Linear Regression Analysis Results

Variables: X = "d_cm", Y = "d_20cm"

Equation: $d_{20cm} = 4.4159 + 0.9933*d_{cm}$

Variable	N	Mean	Variance
d_cm	19	24.2789	13.8462
d_20cm	19	28.5332	15.3692

Regression Coefficient	= 0.993340
Standard Error of B	= 0.085153
Y-Intercept	= 4.415902
R-Squared	= 0.888948
Adjusted R-Squared	= 0.882415
Standard Error of Estimate	= 1.344313

The 95.0% confidence limits for the slope are: [0.813684, 1.173]

Pearson Correlation Table

	d_cm	d_20cm
d_cm	1	0.9428
	(19)	1.549E-009
d_20cm	0.9428	1
	(19)	1.549E-009