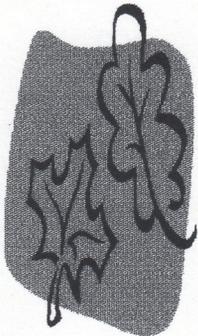
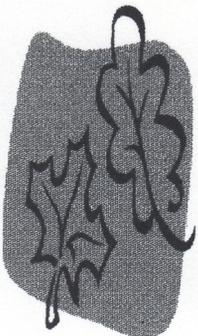




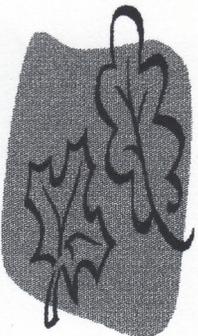
UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
INGENIERÍA FORESTAL



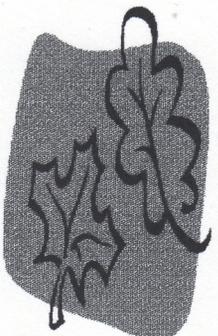
ESTUDIO DASOMETRICO DE LA ESPECIE
CENIZARO EN PLANTACIONES MIXTAS,
ESTACIÓN EXPERIMENTAL FORESTAL
HORIZONTES. LIBERIA GUANACASTE



ELABORADO POR:



AIDA BUSTAMANTE HO
REBECA BRENES ROLDAN
CAROLINA OROZCO ZAMORA



SETIEMBRE, 2002

INTRODUCCIÓN

El presente reporte de campo, ha sido elaborado por un grupo de estudiantes de Segundo nivel de la carrera de Ingeniería en Ciencias Forestales de la Universidad Nacional, en el curso correspondiente a Dasometría.

Dicho trabajo de campo se llevó a cabo a finales de la estación seca e inicios de la estación lluviosa (16 al 20 de julio del 2002) en las Parcelas de Plantación Mixta que tienen como principales especies al Cenízaro (*Samanea saman*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Aceituno (*Simarouba glauca*) y Guapinol (*Hymenaea courbaril*) entre otras, de la Estación Experimental Horizontes ubicada en el cantón de Liberia de la provincia de Guanacaste.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos para la especie Cenízaro (*Samanea saman*), el cual es un árbol apto para ser utilizado como sombra para pastos y otras especies; y del cual el ganado suele alimentarse de las legumbres o vainas que produce; además, su madera oscura es muy apreciada para enchapes y muebles; en este caso la masa se encontraba en diferentes proporciones con otras especies (Caoba, Aceituno y Guanacaste)

Esta práctica posee como objetivos principales la aplicación de los conceptos teóricos adquiridos durante el desarrollo del curso, los cuales van enfocados directamente a la descripción de la relación entre las diferentes variables medidas en las parcelas instaladas, así como el cálculo del volumen de masa medida al igual que la determinación de necesidad que tiene una parcela de ser raleada. Al conocer los objetivos anteriores nos adentramos directamente en la importancia que adquiere esta práctica como experiencia para nuestro futuro trabajo como ingenieros forestales, en el cual la instalación de parcelas, instrucción en las mediciones, caracterización de la masa a medir, fijación de necesidad de raleo que posee una parcela y demás factores concernientes a la actividad forestal son aspectos muy importantes que son visualizados en este tipo de prácticas; razón por la cual poseen gran importancia en la adquisición de aptitudes y destrezas necesarias si se desea ser un profesional de gran calidad, ya que nos encontramos en un campo en el cual la mediocridad se paga muy cara.

OBJETIVOS

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

Antecedentes

ESTACION EXPERIMENTAL FORESTAL HORIZONTE

La Estación Experimental Forestal Horizonte (antigua finca ganadera con más de 7.000 hectáreas de extensión), se proyecta como el más importante centro forestal de la región seca de mesoamérica, y cuenta con facilidades básicas de alojamiento, comedor y auditorio para la realización de eventos, dándole especial énfasis a los procesos de capacitación e investigación.

La estación es la base principal de operaciones del Programa de Restauración y Silvicultura del Área de Conservación Guanacaste, en el que 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 de nuestra ACG, en sitios que hayan sido fuertemente perturbados por la actividad humana. Estos procesos de restauración ecológica se han efectuado en terrenos de los Parques Nacionales Santa Rosa y Guanacaste (bosque seco), y más recientemente en el corredor biológico Cacao-Rincón (bosque húmedo).

Actualmente el componente de actividades más importante del Programa lo constituyen las investigaciones en el campo silvicultural. En esta línea se ha dado énfasis en generar el conocimiento necesario para la utilización de

especies nativas-maderables del bosque seco. Se ha trabajado con más de 42 especies, de las cuales se posee la información silvicultural básica para poder desarrollar en la región procesos de reforestación con estas especies nativas. Se cuenta anualmente con un vivero de más de 40.000 plántulas y en la actualidad existen más de 120 hectáreas cultivadas en diversos ensayos y plantaciones experimentales con especies como: caoba, cocobolo, cenízaro, guanacaste, guapinol, laurel negro y aceituno, entre otras. Además se cuenta con un huerto clonal de pochote, establecido en la Estación Horizonté en coordinación con otras instituciones del país.

MÉTODOLOGÍA:

TRABAJO DE CAMPO

Se instaló 3 parcelas rectangulares de 1000 m² (40 x 25 m) una plantación de mixta de Cenízaro (*Samanea saman*) y Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), otra con Cenízaro (*Samanea saman*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y Caoba (*Carapa guianensis*) y por último una plantación homogénea Cenízaro (*Samanea saman*) de 11 años de edad, en la cual se procedió a enumerar a los árboles incluidos dentro de dicha parcela con un crayón amarillo a la cara común de estos con el fin de tener una visión general de los mismos. Cada número adjudicado a los árboles se colocó en forma vertical como es usual en los trabajos forestales; seguidamente se marcaron dos varas a 0.2 m y a la medida de referencia (1.30 m o dap) sobre el nivel del suelo, las cuales eran colocadas a un lado del árbol para marcarlo a esta dos alturas.

Con la medida de referencia ya marcada se procedió a medir los diámetros de cada árbol con forcípula (graduada en centímetros lineales) y cinta diamétrica (sólo el diámetro a 1.30 m). Para cada medida era necesario cerciorarse de que el fuste estuviera limpio, es decir, libre de musgos, nudos, ramas, bejucos y arbustos de sotobosque que pudieran interferir en las medidas realizadas tanto a la altura de pecho como en el resto de las mediciones.

Para la medición de altura se empleó el clinómetro, el cual es un instrumento de uso común en la actividad forestal. Las medidas con el clinómetro aplican el mismo principio trigonométrico que el de la pistola Haga, pero a diferencia de esta última, las lecturas son hechas en escala de grados. Por esta razón, la altura estimada para cada árbol se obtiene realizando una operación sencilla de la siguiente manera: ($\tan \alpha$ de un ángulo de elevación + \tan del ángulo de depresión), con una distancia del observador al árbol variable, pues esto dependía de la altura "estimada" del árbol. A la hora de utilizar este instrumento se tuvo especial cuidado en no confundir la escala porcentual que se observa contiguo a la escala en grados, ya que una lectura incorrecta afectaría los resultados posteriores.

A la hora de medir con la pistola Haga, se determinó utilizar una distancia de 15 m con el fin de utilizar sólo una de las escalas de longitud que posee el instrumento, ya que con esto se disminuye el ángulo formado y de este modo se obtiene una medida más precisa porque este instrumento está basado en un principio trigonométrico. Esta distancia se midió con cinta métrica desde la base del árbol hasta la posición del observador, tomando la lectura por a través de la mira del instrumento mediante la operación que se explica brevemente a continuación: Hacia la base (ángulo de depresión) fijando la aguja y seguidamente hacia el ápice del árbol (ángulo de elevación) fijando nuevamente la aguja. Las lecturas constituidas con símbolos positivos se sumaban y las lecturas de diferentes signos se restaban y así se determinaba la altura de cada árbol.

Posteriormente se midió el grosor de la corteza con un instrumento medidor de la corteza graduado en milímetros lineales, el cual se introdujo en dos caras (medidas perpendiculares entre sí) del árbol con el fin de obtener un promedio de dicha medida, ya que, el fuste no presenta un desarrollo uniforme.

Con los datos obtenidos con cinta diamétrica y con clinómetro se procedieron a realizar los respectivos cálculos para obtener el dg (diámetro medio cuadrático) para seleccionar el árbol tipo y el árbol dominante; una vez seleccionados son volteados y se procedió a medir la altura de los mismos con cinta métrica de dos formas: con la cinta tensa la cual sería la altura vertical y con la cinta floja siguiendo los contornos del árbol para lograr la longitud total del árbol. Seguidamente se tomó el diámetro con forcípula en cada una de las

secciones marcadas para hacer el corte de las galletas, la primera fue cortada a 0.30 m, la segunda a 1.3, luego se hizo a 3.90 m porque se dejó el espacio para sacar una troza de tres varas, se continuó cubicando a 1 m hasta la altura comercial y luego a 0.5 m (zona de inicio de las ramas); para cubicarlos por el método de Smalian y obtener el volumen real, y obtener el factor de forma impropio y aplicarlo al volumen teórico de los otros árboles de la parcela y obtener su volumen real, el volumen por parcela y por hectárea.

Etapas de Oficina

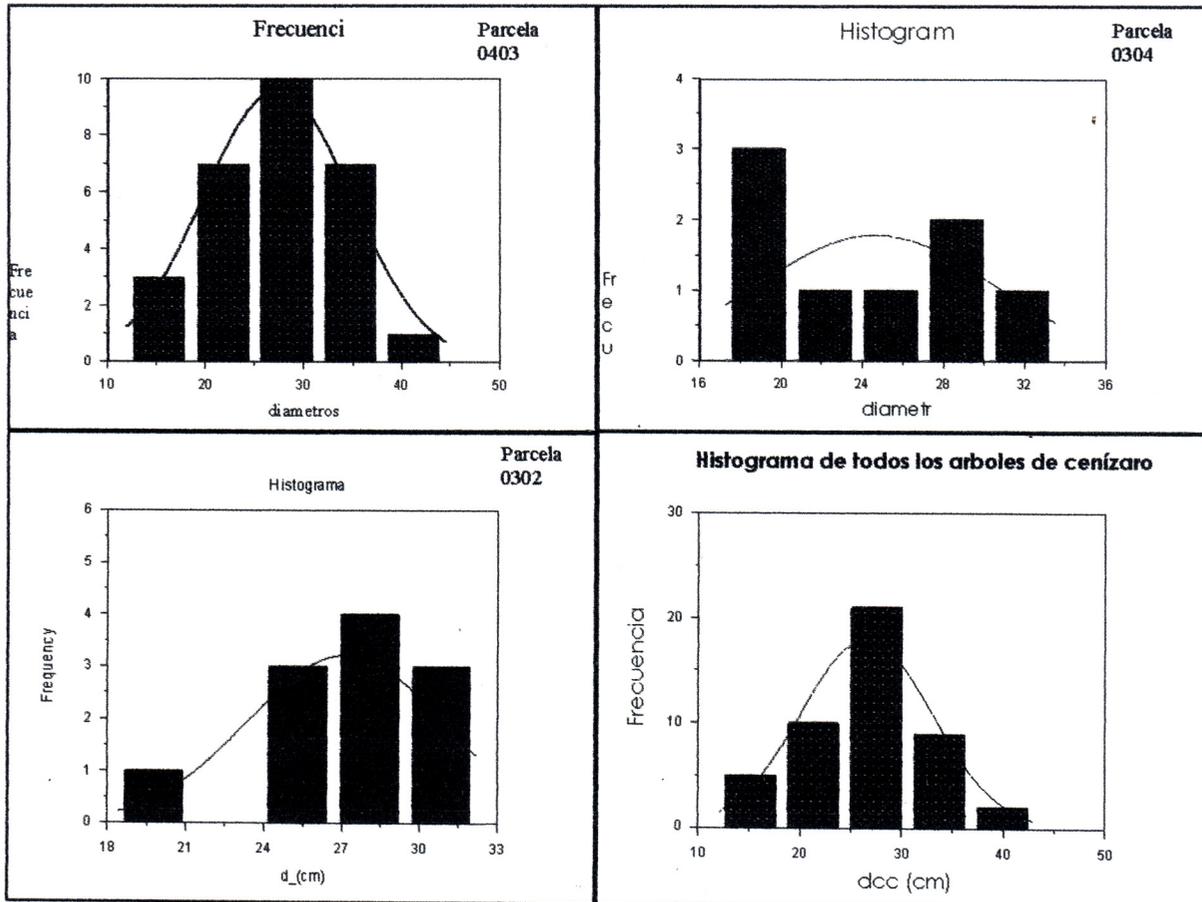
Una vez que se ha organizado la información obtenida en el campo, el paso a seguir debe ser procesar dicha información, esto con el fin de obtener los datos de nuestro interés; para lo anterior se utilizó la guía técnica de presentación de informes facilitada por el profesor Fernando Mora responsable del curso.

1. Se realizó una caracterización del tipo de masa en la que se llevó a cabo el estudio (en este caso Cenízaro), de acuerdo a los siguientes parámetros: densidad, tamaño y edad.
2. Al analizar las variables se establecieron relaciones alométricas por medio de análisis de regresión los cuales constan de gráficos y estadísticos, utilizando variables como diámetro a la base, diámetro con y sin corteza, doble grosor de corteza y altura entre otros; para lo cual se utilizó el paquete estadístico Statmost.
3. Se calculó el volumen del árbol por medio de la cubicación del árbol tipo por secciones mediante la fórmula abreviada de Smalian (cada 1 m) y la del cono para el cálculo del volumen del ápice aplicada a la especie de Cenízaro. Con el resultado de la cubicación anterior es posible obtener el factor de forma, el cual consiste en dividir el volumen real del árbol tipo entre el volumen "teórico" del cilindro (el volumen calculado a 1.30 m es igual al área transversal del árbol multiplicada por la altura total).

4. A partir de los volúmenes individuales antes calculados, se obtuvo el volumen promedio de la parcela haciendo la sumatoria de volúmenes y dividiéndola entre la cantidad de árboles; también se obtuvo el volumen total por parcela simplemente sumando todos los volúmenes presentes; Para obtener el volumen promedio por hectárea se dividió el volumen total por parcela entre 0.1 (el tamaño de las parcelas era de 1000 m^2 , o sea, 0.1 ha), esto se realizó de la misma manera para determinar el volumen total por hectárea (se dividió el volumen total por hectárea entre 0.1).

Resultados y Análisis.

Histogramas de tres parcelas y la combinación de ellas de los árboles de Cenízaro, en la Estación experimental Horizontes.

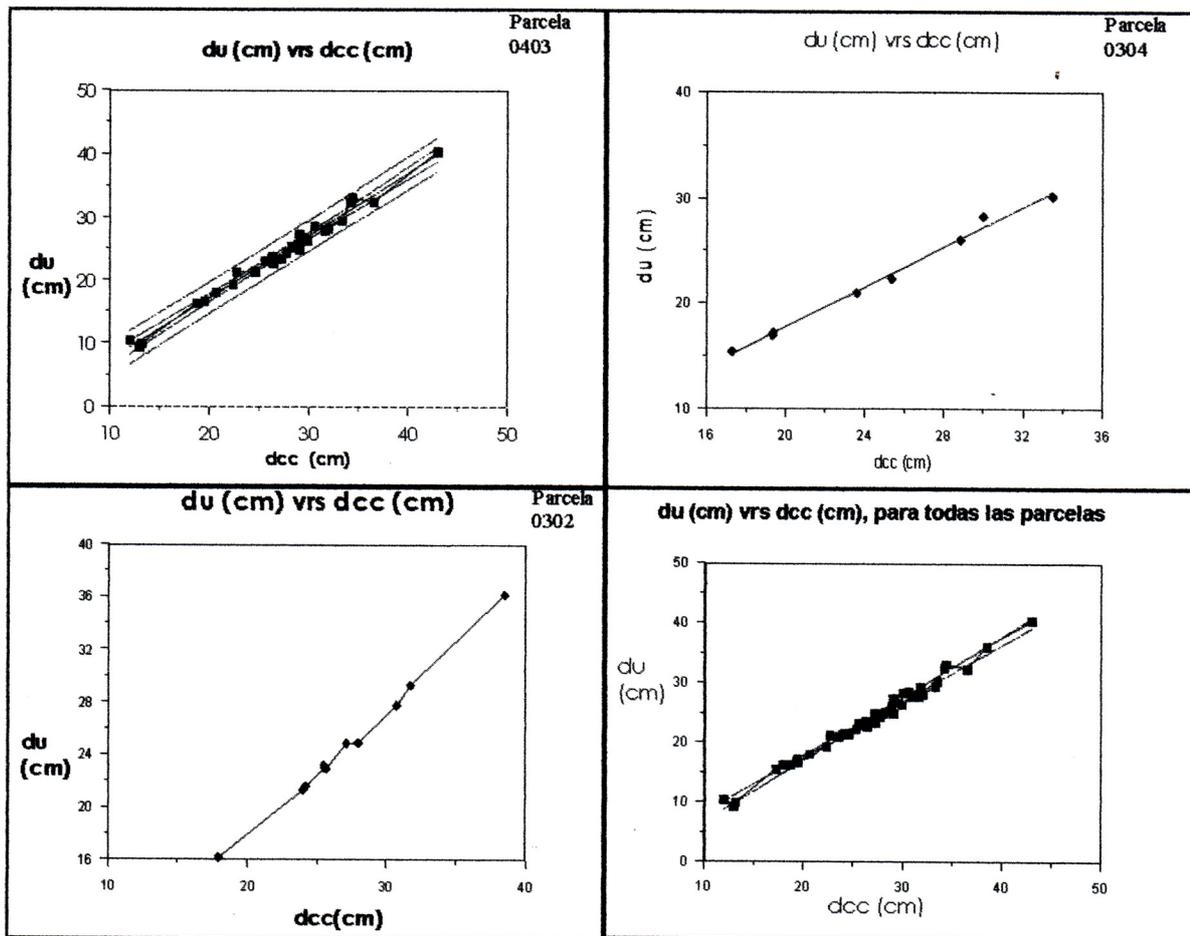


La distribución diamétrica por clases se ve afectada por el número de muestras utilizadas. Así pues en las parcela 0403 se ajusta una distribución diamétrica normal, donde los individuos se concentran en su mayoría en las clases intermedias (28 individuos), por lo contrario las parcela 0304 tiene una distribución no normal donde existe más cantidad de individuos en la primera clase diamétrica y para la parcela 0302 la curva de distribución es asintótica hacia la derecha, por la mayor concentración de individuos en las clases superiores. Son estas ultimas parcelas las que poseen menor cantidad de individuos (8 y 11 respectivamente).

En el rodal mixto de especies nativas, el Cenízaro presenta una distribución normal obtenida con todos los valores de las parcelas de muestreo instaladas. Esta especie no fue afectada en el

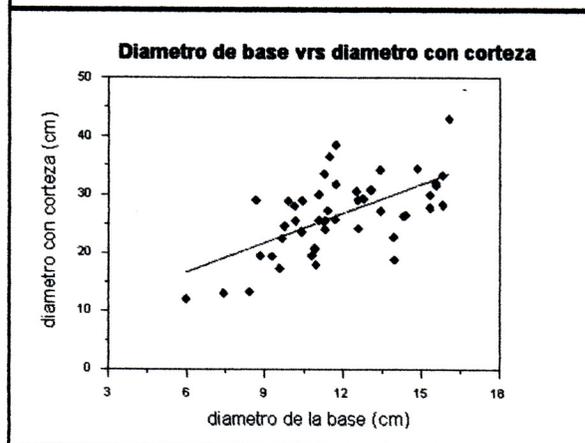
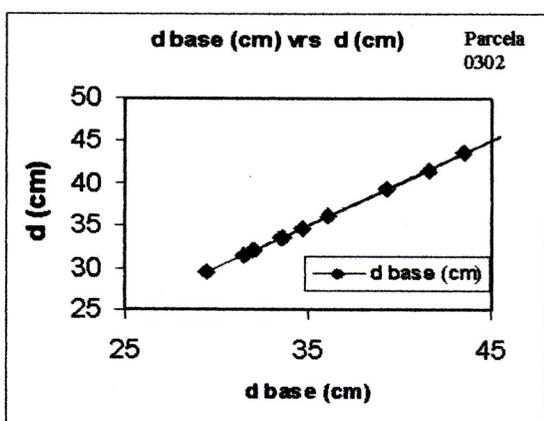
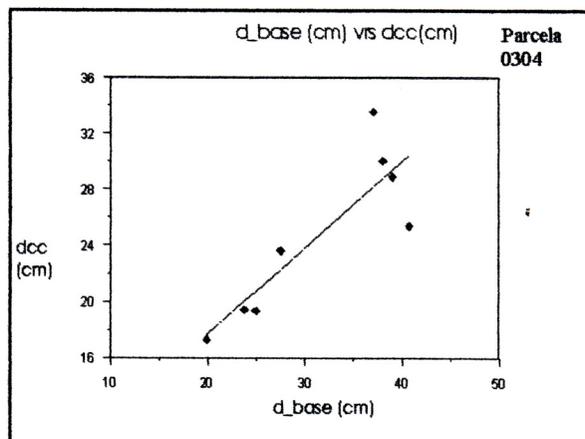
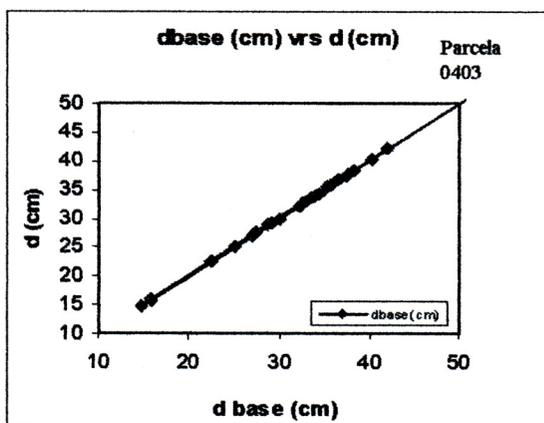
desarrollo de su estructura diamétrica por la competencia con Guanacaste y Caoba, pues la normalidad de su distribución así nos lo confirma.

Resultados obtenidos para diámetros con y sin corteza de tres parcelas y la combinación de ellas de los árboles de Cenízaro, en la Estación Experimental Horizontes.



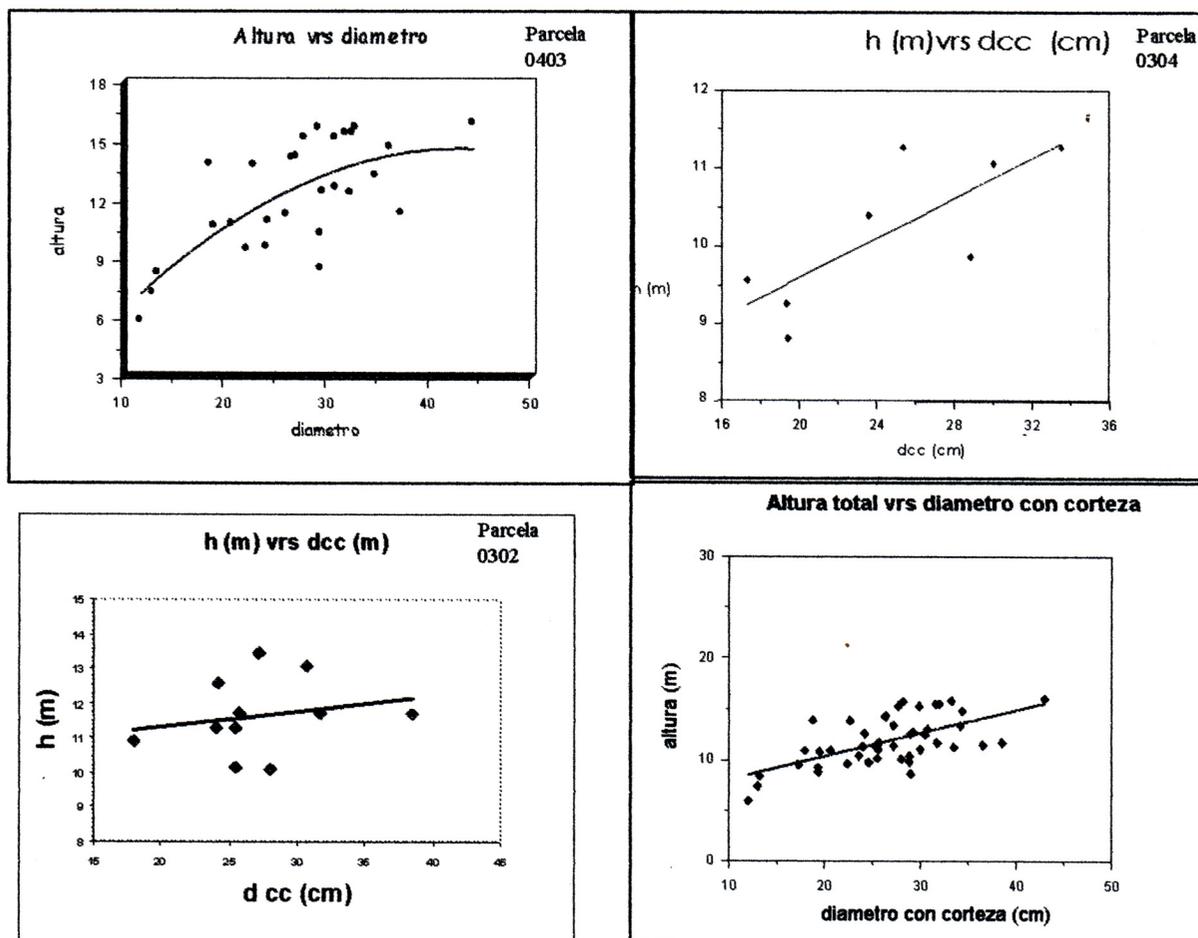
El grosor de corteza no es impedimento para la estimación del diámetro para madera en rollo descortezada de la especie Cenízaro. Los modelos de regresión ajustan los datos sobre la línea del modelo lo que permite la interpolación de los diámetros sin corteza a partir de los valores con corteza. Esto es de gran utilidad para ayudar a la estimación del volumen real de madera útil para el aserrío, y no caer en el error de la sobre-estimación.

Comparación de los resultados obtenidos para diámetros de la base y con corteza a 1.30 m, para tres parcelas y la combinación de ellas de los árboles de Cenízaro, en la Estación Experimental Horizontes.



Con excepción de la parcela 0304, todas las líneas del modelo regresión tienen un buen ajuste de los datos, sin embargo cuando se ajusta todos los datos de las parcelas el modelo es deficiente y no se establece una relación entre el diámetro a 1.30 m de altura y el diámetro a la base de la especie Cenízaro.

Comparación de los resultados obtenidos para altura vrs diámetro con corteza a 1.30 m, para tres parcelas y la combinación de ellas de los árboles de Cenízaro, en la Estación Experimental Horizontes.



En todas la parcelas existe mucha dispersión de los datos, ningún modelo presenta un buen ajuste de los mismos, esto nos indica alta variabilidad en la relación entre altura y diámetro para la especie Cenízaro. La muestra no es útil para estimar alturas a partir de la estructura diamétrica del rodal, lo que no facilita el manejo pues se debe realizar una medición de alturas en el rodal por medio del muestreo o aumentar el tamaño de la muestra para el estudio y mejorar el ajuste del modelo.

1. Caracterización de la masa

La edad de la plantación es 12 años.

El tipo de masa en que se realizaron los trabajos corresponde a parcelas mixtas, con diferentes especies, así mismo tenemos que la densidad de la masa va a variar según la parcela en que trabajaron los alumnos, dependiendo del porcentaje de mezcla de cada lugar.

Grupo 1 (parcela 0403): Trabajaron en el bloque IV, parcela 3, esta corresponde ha una parcela mixta, con una mezcla original de 49 % de cenízaro, con un 50% de aceituno (*Simaruba glauca*); pero al ser un lugar de mal drenaje que sufre de inundaciones periódicas, los árboles de aceituno ha desaparecido.

Densidad de la masa:

280 árboles / ha

Area basal: 1.7612 m² / ha

Grupo 2 (parcela 0304): Trabajaron en el bloque III, parcela 4, esta corresponde ha una parcela mixta, con una mezcla de guanacaste 50 % y 49 % de cenízaro. Esta parcela presenta los siguientes resultados para los árboles de la especie *Samanea saman*

Densidad de la masa:

80 arboles / ha

Area basal : 0.4009 m² / ha

Grupo 3 (parcela 0302): Trabajaron en el bloque III, parcela 2, esta corresponde a una parcela mixta, con una mezcla de 50 % de guanacaste, 25 % de cenizaro y 25 % de caoba.

Los datos para la especie de *Samanea saman* son:

Densidad de la masa:

100 árboles / ha

Area basal : 6.4750 m² / ha.

2. Estructura de tamaños

Frecuencias e histogramas:

a) Parcela 0403:

Cuadro # 1. Frecuencias de parcela 0403

Categoría	Límite inferior	Límite Superior	Punto medio	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia acumulada absoluta
1	12.00	18.50	15.25	3	0.1071	3	0.1071
2	18.50	25.00	21.75	7	0.2500	10	0.3571
3	25.00	31.50	28.25	10	0.3571	20	0.7143
4	31.50	38.00	34.75	7	0.2500	27	0.9643
5	38.00	44.50	41.25	1	0.0357	28	1.00

b) Parcela 0304:

Cuadro #2. Frecuencias de parcela 0304

Categoría	Límite inferior	Límite Superior	Punto medio	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia acumulada absoluta
1	17.30	20.54	18.92	3	0.3750	3	0.3750
2	20.54	23.78	22.16	1	0.1250	4	0.5000
3	23.7800	27.02	25.40	1	0.1250	5	0.6250
4	27.0200	30.26	28.64	2	0.2500	7	0.8750
5	30.2600	33.50	31.88	1	0.1250	8	1.0000

d) Datos de las tres parcelas

- **Combinación de las tres parcelas**

Se realizó un estudio utilizando los datos de las tres parcelas diferentes, esto se realizó con el fin de observar el comportamiento del cenízaro en la plantación; a pesar de que las parcelas presentan condiciones diferentes y que crecen en combinaciones diferentes con otras especies, es de esperarse que el comportamiento de la especie *Samanea saman* sea semejante o que presente un mismo patrón de comportamiento.

Cuadro # 4. Frecuencias de las tres parcelas

Categoría	Límite inferior	Límite superior	Punto medio	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada
1	12.00	18.20	15.10	5	0.1064	5	0.1064
2	18.20	24.40	21.30	10	0.2128	15	0.3191
3	24.40	30.60	27.50	21	0.4468	36	0.7660
4	30.60	36.80	33.70	9	0.1915	45	0.9574
5	36.80	43.00	39.90	2	0.0426	47	1.0000

3. Relaciones alométricas.

Relación entre las diferentes variables que caracterizan la masa de cada una de las parcelas estudiadas. para realizar las relaciones entre las variables se utilizaron métodos estadísticos.

Las variables estudiadas fueron:

dcc: diámetro con corteza (cm)

du: diámetro sin corteza (cm)

d_base: diámetro medido a la altura de 0.20 cm del suelo.(cm).

h: altura (m)

- a) **Parcela 0403:** parcela mixta de Cenízaro y aceituno. *Ver anexo 2-3*
- b) **Parcela 0304:** **Parcela mixta de Cenízaro y Guanacaste.** *Ver anexo 2-3*
- c) **Parcela 0302:** Parcela mixta de Cenízaro, Guanacaste y Caoba. *Ver anexo 2-3.*

4. Calculo de factor de forma promedio para la especie

- **Cubicación de árbol tipo de *Samanea saman*, para los árboles tipos volteados en las tres diferentes parcelas.** *Ver anexo 4*

Cuadro #5. Volúmenes y Factor mórfico de los árboles

Parcela	V real (m ³)	V teórico (m ³)	Factor mórfico
0403	0.3722	0.870	0.4276
0304	0.3218	0.6501	0.4450
0302	0.2912	0.7019	0.4148

- **Factor mórfico promedio.**

Cuadro #6. Factor mórfico promedio para la especie *Samanea saman*

Grupo	Factor de forma
1	0.4276
2	0.4450
3	0.4148
Promedio	0.4291

5. Calculo del volumen del rodal, para cada parcela

Cuadro #7. Volumen por hectárea para los árboles de cenizaro Ver anexo 2

Parcela	Volumen por Ha:
0403	234.525 m ³
0304	42.144 m ³
0302	31.1240 m ³

CONCLUSIONES

- ψ La densidad de la masa en la parcela 1 es de 280 árboles / ha con una área basal de 1.7612 m² / ha.
- ψ La densidad de la masa en la parcela 2 es de 80 árboles / ha con una área basal de 0.4009 m² / ha.
- ψ La densidad de la masa en la parcela 3 es de 100 árboles / ha con una área basal de 6.4750 m² / ha.
- ψ El volumen por hectárea para la parcela mixta de Cenízaro y Aceituno es de 23.4525 m³.
- ψ El volumen por hectárea para la parcela mixta de Cenízaro y Guanacaste es de 42.144 m³.
- ψ El volumen por hectárea para la parcela mixta de Cenízaro, Guanacaste y Caoba es de 31.1240 m³.
- ψ El d_g obtenido para Cenízaro, en la parcela mixta de Cenízaro y Guanacaste fue de 25.05 cm y un h_{dg} de 10.7 m.
- ψ El d_g obtenido para Cenízaro, en la parcela mixta de Cenízaro, Guanacaste y Caoba fue de 27.00 cm y un h_{dg} de 11.57 m.
- ψ El árbol tipo seleccionado en la parcela 1 fue el N° 15 con un volumen total de 0.372287 m³.
- ψ A la hora de realizar las estimaciones de altura, el Cenízaro tenía la limitante de poseer copas muy densas y entrelazadas entre sí.

- ψ Con respecto a los diámetros tomados a 0.3 m y 0.2 m en comparación con el diámetro a 1.3 m se observa que, el diámetro a la altura del tocón es mayor debido a la forma que poseen los árboles ya que, muchos de estos tienen gambas.

- ψ En los diámetros tomados con y sin corteza se observó que, estos son altamente significativos a la hora de realizar los análisis de regresión; pues dichos diámetros tienden a agruparse entorno a la línea de regresión.

- ψ Si se desea manejar el rodal se deben graficar la distribución diamétrica por estratos y no por especie, pues como en el caso del Cenízaro, su distribución en el rodal es normal para todo el rodal, pero irregular para ciertos sectores del mismo.

RECOMENDACIONES

- ψ A la hora de realizar instalaciones de parcelas permanentes con el fin de estimar datos, sería necesario realizar una visita previa con el fin de observar los factores que afectan el crecimiento de los árboles de la parcela tales como inundación, pendientes, topografía, etc...

- ψ Es de gran importancia darle seguimiento a los raleos y podas realizados en las plantaciones, con el fin de desarrollar el crecimiento en diámetro y altura de los árboles para de interés en la Estación Experimental.

- ψ Un aspecto de mucha relevancia es, la instalación de más Parcelas Permanentes con el fin de llevar un control periódico del desarrollo del diámetro y la altura que poseen la especies de interés para la Estación.

Anejos

Anexo # 1. Diámetro con corteza cuadráticamente promedio y la altura correspondiente al diámetro cuadráticamente promedio para las tres parcelas.

◦ **Diámetro cuadráticamente promedio y la altura para lña**

Parcelas	Especie	dgcm)	h_{dg} (m)
0403	Cenizaro	28.30	13
0304	Cenizaro	25.05	10.7
0302	Cenizaro	27. 00	11.57

Anexo #2. Cuadro de variables estudiadas por parcela, para los árboles de Cenizaro en Estación Experimental Horizontes

◦ **Parcela 0403. Numero de árboles de Cenizaro en la parcela 0403**

Nº de árbol	dcc (cm)	du (cm)	d base (cm)	h (m)	g (m ²)	Volumen (m ³)
1	24.46	22.9	27.1	11.06	0.047	0.5197
2	36.4	33.05	42.1	14.82	0.1041	1.542
3	29.6	25.6	33.6	10.43	0.0688	0.7174
4	35	32.5	35.8	13.39	0.0962	1.2887
5	32.5	28.5	38.3	12.51	0.083	1.0374
6	26.3	23.45	30	11.4	0.0543	0.6191
7	13.7	9.95	15.8	8.41	0.0147	0.124
8	23.1	21.2	28.9	13.9	0.0419	0.5825
9	26.8	23.65	33.7	14.28	0.0564	0.8055
10	27.2	22.7	32.2	14.35	0.0581	0.8339
11	33	29.45	36.7	15.8	0.0855	1.3512
12	28	24.3	32.7	15.3	0.0616	0.9421
13	12	10.4	14.7	5.97	0.0113	0.0675
14	18.8	16.2	22.6	13.95	0.0278	0.3872
15	29.8	27.3	33.9	12.56	0.0697	0.8761
16	22.4	19.3	27.5	9.64	0.0394	0.3798
17	32.7	28.15	35.4	15.53	0.084	1.3046
18	13.2	9.25	15.9	7.41	0.0137	0.1014
19	37.5	32.35	40.2	11.48	0.1104	1.2681
20	44.5	40.25	57.9	16.05	0.1555	2.4961
21	32	27.85	37.5	15.53	0.0804	1.2493
22	29.4	25.2	37.6	15.79	0.0679	1.0717
23	31	26.3	33.5	15.3	0.0755	1.1548
24	19.2	16.65	22.6	10.79	0.029	0.3124
25	31.1	26.7	32.2	12.77	0.076	0.9699
26	20.9	18.1	25.1	10.91	0.0343	0.3744
27	29.6	24.85	34.4	8.66	0.0688	0.5962
28	24.3	21.3	29.3	9.75	0.0464	0.4522
	d = 27.31cm				g promedio = 0.0629m ²	

◦ Parcela 0304. Numero de árboles de cenizaro en la parcela 0304.

Nº de Árbol	Especie	altura	d (cm.)	dbase 0.20(m)	du(cm.)	Area (m²)	volumen (m³)
1	Cenizaro	9.26	19.35	25	16.95	0.0294	0.2731
6	Cenizaro	11.27	25.35	40.7	22.35	0.0505	0.5705
7	Cenizaro	9.56	17.3	19.9	15.4	0.0235	0.2254
11	Cenizaro	11.06	30	38	28.3	0.0707	0.7841
12	Cenizaro	8.82	19.4	23.85	17.2	0.0296	0.2615
14	Cenizaro	11.27	33.5	37	30.2	0.0881	0.9963
15	Cenizaro	10.4	23.6	27.5	21	0.0437	0.4563
17	Cenizaro	9.87	28.85	39	26.05	0.0654	0.6471
Total						0.4009	4.2144

Área por ha : $0.4009 / 0.1 = 4.009 \text{ m}^2$

Volumen por Ha: $4.21 / 0.1 = 42.1 \text{ m}^3$

◦ Parcela 0302. Numero de árboles de cenizaro en la parcela 0302.

Numero de árbol	dcc (cm)	du (cm)	d base	altura m	Area (m²)	volumen (m³)
1	25.7	22.9	33.5	11.7	0.0519	0.2444
2	25.5	23.2	34.65	11.3	0.0814	0.2324
3	31.75	29.25	41.55	11.71	0.0633	0.3734
4	28	24.9	32	10.11	0.0779	0.2507
5	30.75	27.75	43.5	13.05	0.0487	0.3903
6	24	21.3	31.5	11.3	0.0577	0.2059
7	24.2	21.6	39.25	12.58	0.0707	0.2330
8	38.5	36.1	29.45	11.71	0.0625	0.5490
9	27.15	24.85	36.05	13.42	0.0266	0.3129
10	17.95	16.15	21.25	10.93	0.0507	0.1114
11	25.5	23	33.65	10.17	0.0507	0.2092
TOTAL					0.6474	3.1124

Área por ha: $0.6474 / 0.1: 6.4740 \text{ m}^2$

Volumen por ha: $3.11/0.1 : 31.124 \text{ m}^3$

Anexo #3. Relación entre las variables alométricas estudiadas, por medio del uso de análisis de correlación y regresión.

1) Diámetro sin corteza (du) vrs diámetro con corteza (dcc)

a) Datos de la parcela 0403:

Análisis de correlación

	dcc du	
-----+	-----+	-----+
dcc	0.9932	
	(28)	
	8.519E-026	
-----+	-----+	-----+
du	0.9932	
	(28)	
	8.519E-026	
-----+	-----+	-----+

Según el análisis anterior, existe una correlación de 99%, por lo que nos indica que la correlación es bastante alta, y se acepta con un P menor a un alfa de 0.05. Por lo que si puede realizar el análisis de regresión.

Análisis de regresión

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

Equation: $du = -2.6481 + 0.9889 \cdot dcc$

Variable	N	Mean	Variance
dcc	28	26.7821	51.8423
du	28	23.8357	51.3928

Regression Coefficient = 0.988860

Standard Error of B = 0.022774

Y-Intercept = -2.648074

R-Squared = 0.986397

Adjusted R-Squared = 0.985874

Standard Error of Estimate = 0.852055

The 99.0% confidence limits for the slope are: [0.925577, 1.05214]

b) Parcela 0304

Análisis de correlación

dcc du	
-----+-----+	
dcc 0.9963	
(8)	
1.250E-007	
-----+-----+	
du 0.9963	
(8)	
1.250E-007	

Con el análisis anterior se puede mostrar que hay una alta correlación entre la variable de diámetro con corteza y diámetro sin corteza, a un P menor que 0.05, por lo que se puede llevar a cabo el análisis de regresión que nos permita obtener una ecuación que nos facilite trabajo en estudios posteriores de ser necesario.

Análisis de regresión

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

Equation: $du = -1.3556 + 0.9541 * dcc$

Variable	N	Mean	Variance
-----+-----+			
dcc	8	24.6687	33.6928
du	8	22.1812	30.8992
-----+-----+			

Regression Coefficient = 0.954115
Standard Error of B = 0.033543
Y-Intercept = -1.35584
R-Squared = 0.992639
Adjusted R-Squared = 0.991412
Standard Error of Estimate = 0.515136

El análisis de regresión nos muestra una variabilidad explicada del 99% por la ecuación $du = -1.3556 + 0.9541 * dcc$, por lo que dicha ecuación puede ser utilizada para calcular el diámetro sin corteza (du), a partir del diámetro con corteza (dcc)

d) Datos de las tres parcelas.

Análisis de correlación

	dcc	du
dcc		0.9937 (47) 0.0000
du	0.9937 (47) 0.0000	

se puede observar una fuerte correlación entre estas dos variables estudiadas, ya que el valor de P es exactamente 0. El valor de correlación es muy alto. Por lo que al realizar una prueba de regresión se espera obtener una ecuación que nos ayude en futuras trabajos.

Análisis de regresión

Variables: X = "dcc", Y = "du"
Equation: $du = -2.2722 + 0.9811 \cdot dcc$

Variable	N	Mean	Variance
dcc	47	26.5160	42.2656
du	47	23.7415	41.1971

Regression Coefficient = 0.981057
Standard Error of B = 0.016497
Y-Intercept = -2.272178
R-Squared = 0.987435
Adjusted R-Squared = 0.987156
Standard Error of Estimate = 0.727426

The 99.0% confidence limits for the slope are: [0.936686, 1.02543]

Con el siguiente análisis se obtuvo la ecuación $du = -2.2722 + 0.9811 \cdot dcc$, que nos permite calcular rápidamente el diámetro sin corteza, y los estadísticos nos demuestran que es una ecuación bastante confiable, con una variabilidad explicada del 98%.

2. Diámetro con corteza (cm) vrs diámetro de la base (cm).

a) Datos de la parcela 0403:

Análisis de Correlación

dcc dbase
-----+-----+-----+
dcc 0.9621
(28)
3.427E-016
-----+-----+-----+
dbase 0.9621
(28)
3.427E-016
-----+-----+-----+

La prueba de correlación nos indica que existe una alta correlación entre el dcc y el dbase (0.9621) y el valor de P es menor a un 0.05. por lo tanto se puede realizar la prueba de regresión.

Análisis de regresión

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

Equation: $dcc = 1.9809 + 0.7827 * dbase$

Variable	N	Mean	Variance
dbase	28	31.6857	78.3242
d	28	26.7821	51.8423

Regression Coefficient = 0.782726

Standard Error of B = 0.043515

Y-Intercept = 1.980915

R-Squared = 0.925618

Adjusted R-Squared = 0.922757
 Standard Error of Estimate = 2.001117

The 99.0% confidence limits for the slope are: [0.661809, 0.903643]

b) Datos de la parcela 0304:

Análisis de correlación

	dcc	dbase
dcc		0.8624
	(8)	
	0.0059	
dbase	0.8624	
	(8)	
	0.0059	

El análisis nos indica que si existe una correlación entre las dos variables, a un P menor de 0.05, por lo que si se puede realizar la prueba de regresión.

Análisis de regresión

Variables: X = "dbase Y = "dcc"
 Equation: dcc = 5.3930 + 0.6145*dtocon

Variable	N	Mean	Variance
dtocon	8	31.3687	66.3692
dcc	8	24.6687	33.6928

Regression Coefficient = 0.614489
 Standard Error of B = 0.147230
 Y-Intercept = 5.392998
 R-Squared = 0.743803
 Adjusted R-Squared = 0.701103
 Standard Error of Estimate = 3.173432

The 99.0% confidence limits for the slope are: [0.0686439, 1.16033]

Con el análisis de regresión tenemos que la confiabilidad es de un 70 %, por lo que no es recomendable el uso de la ecuación para predecir el diámetro a la altura al pecho, a partir de el diámetro obtenido de la base, ya presenta un error del 14 %.

d) Datos de las tres parcelas:

Análisis de correlación

	dcc	d_base
dcc		0.8637 (47) 5.495E-015
d_base	0.8637 (47) 5.495E-015	

Este análisis también presenta una muy buena correlación entre las variables, por lo que se procederá a realizar el análisis de regresión.

Análisis de regresión.

Variables: X = "d_base", Y = "dcc"
Equation: $dcc = 4.1457 + 0.6942 \cdot d_base$

Variable	N	Mean	Variance
d_base	47	32.2234	65.4277
dcc	47	26.5160	42.2656

Regression Coefficient = 0.694223
Standard Error of B = 0.060377
Y-Intercept = 4.145731
R-Squared = 0.746059
Adjusted R-Squared = 0.740416
Standard Error of Estimate = 3.312322

The 99.0% confidence limits for the slope are: [0.531833, 0.856613]

La relación entre estas dos variables no es tan fuerte con la anterior relación, pero es igualmente significativa, y explica la variabilidad un 69 %.

3. Altura (m) vrs diámetro con corteza (cm)

b) Datos de la parcela 0304 :

Análisis de Correlación

	dcc	altura
dcc		0.7777 (8) 0.0231
altura	0.7777 (8) 0.0231	

Con el anterior analisis, se obtuvo que no hay correlación entre las variables de altura y las de diámetro medido a la altura al pecho. Ya que se obtuvo un P mayor que 0.05.

Esto se da posiblemente por el tamaño de la muestra, ya que al ser tan pequeña, (8 arboles), no es significativa. Por lo tanto no se puede llevar a cabo el análisis de regresión

d) Datos de las tres parcelas:

Análisis de correlación

	dcc	altura
dcc		0.6181 (47) 3.665E-006
altura	0.6181 (47) 3.665E-006	

Si existe correlación entre las variables, ya que se obtiene un P mucho menor a 0.05, por lo que si es posible realizar el análisis de regresión. Se presenta un valor de correlación de 61%

Análisis de regresión

Variables: X = "dcc", Y = "altura"
Equation: altura = 5.8137 + 0.2279*dcc

Variable	N	Mean	Variance
dcc	47	26.5160	42.2656
altura	47	11.8560	5.7442

Regression Coefficient = 0.227874
Standard Error of B = 0.043200
Y-Intercept = 5.813655
R-Squared = 0.382074
Adjusted R-Squared = 0.368343
Standard Error of Estimate = 1.904826

The 99.0% confidence limits for the slope are: [0.111684, 0.344064]

A pesar de que si existe correlación, los estadísticos obtenidos en la regresión, nos muestran que la variabilidad explicada es de tan solo un 22 %, por lo que no se recomienda el uso de esta ecuación.

Tomando en cuenta los análisis fueron efectuados para parcelas individuales, con bastante variabilidad interna y externa, las condiciones de los sitios donde se llevo a cabo el estudio, son bastante diferentes.

El tamaño de la muestra influye directamente el los resultados obtenidos, entre ellos se puede apreciar que para las parcelas 0304 y 0302, la cantidad de árboles de cenízaro por parcelas es muy reducida, teniendo 8 y 10 árboles respectivamente, en parcelas de 1000 m², por lo que se sugiere que los estudios deben contar con muestras mas grandes para poder eliminar así un poco el grado de variabilidad y error en los análisis

Anexo# 4. Cubicación de árboles de Cenízaro por medio de la formula de Smalian.

◦ **Grupo 0403**

Sección (m)	longitud (m)	d (cm)	d _{prom} (cm)	g (m ²)	V (m ³)
0.30	-	35.7	-	-	-
1.30	1.0	29.2	32.45	0.0827	0.0827
2.30	1.0	26.1	27.65	0.0600	0.0600
4.90	2.6	24.8	25.45	0.0508	0.1320
5.70	0.8	17.4	21.1	0.0349	0.0279
6.70	1.0	16.15	16.77	0.0220	0.0220
7.70	1.0	14.4	15.27	0.0183	0.0183
8.20	0.5	12.45	13.42	0.0141	0.0070
8.70	0.5	11.55	12.0	0.0113	0.0056
9.20	0.5	11.05	11.3	0.0100	0.0050
9.90	0.7	8.3	9.675	0.0073	0.0051
10.40	0.5	8.0	8.15	0.0052	0.0026
10.90	0.5	6.4	7.2	0.0040	0.0020
11.30	0.4	3.8	5.1	0.0020	0.0008
11.80	0.5	3.3	3.55	0.0009	0.0004
12.20	0.4	3.15	3.22	0.0008	0.0003
12.80	0.6	2.4	2.77	0.0006	0.0003
13.20	0.4	1.9	2.15	0.0003	0.0001
14.13				Volumen total	0.3722

◦ Grupo 0304

Secc.Nº	D (m)(mayor)	d (m)(menor)	Long.secc.	v secc.(m3)
1	0,407	0,2535	1,1	0,0993
2	0,2535	0,2520	1	0,0502
3	0,252	0,2175	1	0,0435
4	0,2175	0,2015	1	0,0345
5	0,2015	0,1875	0,9	0,0268
6	0,1875	0,18	0,7	0,0186
7	0,18	0,1415	1,1	0,0226
8	0,1515	0,096	1	0,0126
9	0,096	0,09	1	0,0068
10	0,09	0,07	0,9	0,0046
11	0,07	0,0465	0,6	0,0017
12	0,0465	0,0445	0,5	0,0008
13	0,0445	0,0315	0,5	0,0006
14	0,0315	0,02	0,5	0,0003
Volumen total				0.3218

◦ Grupo 0302

Arbol tipo Nº C1			Altura total: 13.57	
Especie: Cenizaro			Encargado: Victor Sojo	
h corte(m)	l(m)	d(cm)	g(m³)	vol(m³)
0				
0.2	0.2	36.8	0.1064	
1.3	1.1	26.05	0.0533	0.0878
3.9	2.6	20.9	0.0343	0.1139
4.9	1	21.15	0.0351	0.0347
5.5	0.6	13.15	0.0136	0.0146
6	0.5	11.15	0.0098	0.0058
6.5	0.5	11.2	0.0099	0.0049
7	0.5	10.8	0.0092	0.0048
7.5	0.5	10.35	0.0084	0.0044
8	0.5	9.7	0.0074	0.0040
8.5	0.5	9	0.0064	0.0034
9	0.5	8.75	0.0060	0.0031
9.5	0.5	9.05	0.0064	0.0031
9.9	0.4	7.9	0.0049	0.0023
10.4	0.5	6.7	0.0035	0.0021
11	0.6	4.25	0.0014	0.0015
11.5	0.5	3.65	0.0010	0.0006
12	0.5	3.2	0.0008	0.0005
12.5	0.5	2.25	0.0004	0.0003
13.57	1.07	0	0	0.00014
			Total	0.29189

Simbología

Para la definición de las parcelas se utilizo el siguiente código:

Los dos primeros números corresponden al bloque al que pertenece la parcela.

Los dos últimos números corresponden a la parcela ; donde se realizo el trabajo. Así tenemos:

Parcela 0403: corresponde al bloque 04, parcela 03

Parcela 0304: corresponde al bloque 03, parcela 04

Parcela 0302: corresponde al bloque 03, parcela 02

dcc: diámetro con corteza, medido a 1.30 metros (cm).

du: diámetro sin corteza; medido a 1.30 metros (cm).

d_base: diámetro con corteza medido a 0.20 metros del suelo (cm).

h: altura de los árboles (m).

MATERIALES Y MÉTODOS:

CANTIDAD	MATERIALES
1	Cinta diamétrica de 5 m.
2	Cintas métricas de 30 m.
1	Clinómetro
1	Pistola Haga
1	Blume leiss
2	Forcípulas
1	Pentaprisma
4	Jalones
3	Machetes
2	Medidores de corteza
1	Nylon amarillo de 5 m
2	Crayones amarillos
3	Libretas de campo
4	Calculadoras
2	Varas marcadas a 0.30 m y 1.30 m
1	Brújula
1	Cronómetro
1	Botiquín

MATERIALES OFICINA
Libretas de campo
Calculadoras
Computadoras
Lápices
Notas de clase