

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE AGRICULTURA



“DISTRIBUCION DE PRODUCTOS PARA Pinus oocarpa Shiede  
MUNICIPIO DE LA INDEPENDENCIA CHIAPAS.”

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

JOSE PABLO MEJIA VAZQUEZ

GUADALAJARA, JALISCO. 1987



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Octubre 7, 1986.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.  
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_

JOSE PABLO MEJIA VAZQUEZ \_\_\_\_\_ titulada,

"DISTRIBUCION DE PRODUCTOS PARA Pinus oocarpa Shiede MUNICIPIO DE LA  
INDEPENDENCIA, CHIAPAS."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la  
misma.

DIRECTOR.

\_\_\_\_\_  
ING. ARTURO CÚRIEL BALLESTEROS

ASESOR.

ASESOR.

\_\_\_\_\_  
ING. HECTOR ANTONIO MORALES CONTRERAS.

\_\_\_\_\_  
ING. EZEQUIEL MONTES RUELAS

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

## DEDICATORIA

A mis Padres Pablo y Evelia, porque a ellos les debo lo -  
que soy.

A mis Hermanos: Marcela, Lucrecia, Teresa, Cesar, Oscar -  
y Luis, de quienes he recibido apoyo y estímulos.

A mi Esposa Isela, por ese amor que nos une; y apoyo que -  
me muestra en todo momento.

A mi Hijo José Omar, por la dicha que me ha dado de ser -  
Padre.

## A G R A D E C I M I E N T O S

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas - aquellas personas e instituciones que de una u otra forma facilitaron la elaboración del presente trabajo.

Al Ing. Efraín Reyes Aguilar, por brindarme la oportunidad de iniciarme en el campo Profesional Forestal así como por sus consejos, apoyo y ayuda demostrada en todo momento.

Al Ing. Arturo Curiel Ballesteros, por las aportaciones realizadas en la revisión del presente documento.

A todos los compañeros de trabajo de la Unidad de Administración Forestal No. 2 "Altos de Chiapas", sin cuyo apoyo no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

A la primera generación de bosques por su compañerismo.

A la Facultad de Agricultura por la oportunidad que me brindó en mi formación.

# I N D I C E

	Página
I.- INTRODUCCION.....	I
II.- OBJETIVOS.....	3
III.- REVISION DE LITERATURA.....	4
1. Distribución de productos.....	4
2. Relación diámetro tocón-diámetro a la altura- del pecho.....	6
3. Tabla local o tarifa de volúmenes.....	10
IV.- MATERIALES Y METODOS.....	17
1. Descripción del área estudiada.....	17
1.1. Localización.....	17
1.2. Colindancias.....	17
1.3. Pertenencia.....	17
1.4. Servidumbre.....	17
1.5. Aprovechamientos anteriores.....	19
1.6. Orografía.....	19
1.7. Hidrografía.....	19
1.8. Suelos.....	19
1.9. Clima.....	20
1.10 Tipos de vegetación y estructura.....	20
2. Distribución y tamaño de la muestra.....	21
3. Materiales y equipo.....	22
4. Metodología para la obtención de datos de cam- po.....	23
4.1. Distribución de productos.....	23
4.1.1 Distribución de las partes de un árbol , según el uso a que pueden destinarse.....	23
4.1.2 Características que deben ser consideradas para clasificar trocería.....	25

4.1.3. Obtención de datos de campo.....	29
4.2. Relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho.....	30
4.3. Tabla local o tarifa de volúmenes.....	32
5. Procesamiento de datos.....	33
5.1. Ordenación de los registros de campo...	33
5.2. Distribución de productos.....	33
5.3. Relación diámetro tocón-diámetro a la - altura del pecho.....	34
5.4. Tabla local o tarifa de volúmenes.....	36
V.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	38
1. Distribución de productos.....	38
2. Relación diámetro tocón-diámetro a la altu ra del pecho.....	39
3. Tabla local o tarifa de volúmenes.....	42
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
VII.- RESUMEN.....	47
VIII.- BIBLIOGRAFIA.....	50
IX.- APENDICE.....	54

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		Página.
1	Localización geográfica del predio-Germania . . . . .	18
2	Distribución de las partes de un árbol según el uso a que pueden destinarse . . . . .	24
3	Forma de la sección transversal. . .	25
4	Curvatura en uno y dos planos . . .	26
5	Ahusamiento . . . . .	26
6	Excentricidad de la médula . . . . .	27
7	Nudos, Cicatrices, Abultamientos y Muñones . . . . .	28
8	Daños físicos . . . . .	28
9	Relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho ... . . . .	31
10	Tabla local o tarifa de volúmenes ...	32
11	Gráfica del diagrama de dispersión de la relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho, con su respectivo ajuste . . . . .	41
12	Gráfica del diagrama de dispersión de la tabla local o tarifa de volúmenes, con su respectivo ajuste . . . . .	44

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		Página.
1	Número de árboles muestrados.....	22
2	Fórmulas para realizar análisis de- varianza. . . . .	35
3	Distribución de productos para <u>Pinus</u> <u>occaroa</u> Siede. . . . .	38
4	Resumen del cuadro de construcción - para el cálculo de las constantes de regresión de la relación diámetro - tocón-diámetro a la altura del pecho.....	39
5	Análisis de varianza para el modelo- $Y = -2.2800 + 0.9307 X$ . . . . .	40
6	Tabla local o tarifa de volúmenes.....	42
7	Análisis de varianza para el modelo- $\text{Log. } Y = -2.7205 + 1.8408 \text{ Log. } X$ .....	43



## I. INTRODUCCION

La República Mexicana, cuenta con un patrimonio forestal - constituido por 44 212 450 ha, arboladas; de donde 29 252-417 corresponden a los bosques de clima templado frío, y - 14 960 033 ha a selvas medias altas.

Lo anterior; permite vislumbrar; la importancia del recurso forestal en el País, y por consiguiente; la necesidad de - desarrollar técnicas y metodologías que conduzcan a una me - jor utilización de los mismos. Razón por la cual; el pre-- sente documento pretende dar a conocer, de una manera teó-- rico, práctica y didáctica, la metodología para elaborar - trabajos de distribución de productos, relación diámetro - tocón-diámetro a la altura del pecho y tabla local o tarifa de volúmenes. Distribución de productos es la clasificaci - ción óptima de uno o varios árboles, con la finalidad de - estimar porcentajes de su volúmen, que habrán de ser transg - formados en determinados productos. Desde el punto de vis-- ta legal, adquiere relevancia; ya que actualmente el sec-- tor oficial expide documentación; para amparar el transport - e y resguardo de productos forestales a través de los -- porcentajes de distribución de los mismos. Además la dis-- tribución de productos; permite conocer la potencialidad - de los bosques, por lo que es una herramienta útil de apo-- yo; para definir el tipo de administración y tratamiento a que debe someterse el bosque; con el fin de inducirlo a -- producir la materia prima que se desea obtener. La rela -- ción diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho es im-- portante determinarla ya que después de haber realizado -

los aprovechamientos forestales es necesario conocer los volúmenes extraídos. Generalmente esto se realiza mediante la utilización de tablas de diámetro a la altura del pecho y altura del árbol o tarifas de volúmenes: sin embargo al supervisar los volúmenes extraídos del bosque, normalmente solo se puede obtener el diámetro del tocón. Por lo que se hace necesario determinar: a partir de éste el diámetro a la altura del pecho, para poder calcular el volumen cortado a través de tablas o tarifas de volúmenes para la zona y especie que se encuentra bajo supervisión. Por lo antes expuesto se establece la necesidad de efectuar trabajos que relacionen el diámetro del tocón con el diámetro a la altura del pecho, dadas las aplicaciones que tiene; como en la verificación de las intensidades de corta en áreas sujetadas a aprovechamientos forestales, y estimación del volumen extraído del bosque. La tabla local o tarifa de volúmenes, son expresiones tabuladas que nos permiten; estimar a partir del diámetro normal; el volumen de una especie en particular; en una zona determinada lo que nos proporciona elementos de juicio para planear el manejo óptimo del recurso forestal. La zona en estudio; se encuentra localizada en el predio Germania municipio de la Independencia del estado de Chiapas. Los trabajos mencionados se iniciaron en septiembre de 1984 y concluyeron en octubre de 1984.

## II. OBJETIVOS

- A) Dar a conocer de una manera teorico-práctica y didáctica, la metodología que utilizan las unidades de administración forestal, para la elaboración de trabajos de distribución de productos, relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho, y tabla local de volúmenes.
- B) Determinar los volúmenes de madera destinada a la elaboración de chapa, por encontrarse el predio en el radio de acción de la fábrica de triplay "Corporación de Fomento de Chiapas".
- C) Conocer la relación que existe entre el diámetro a la altura del pecho y el diámetro del tocón, para evaluar a partir de este último los volúmenes extraídos del predio sujeto a estudio.
- D) Obtener la tabla local o tarifa de volúmenes, con la finalidad que se utilice para estimar los volúmenes del arbolado existente en dicho predio.

III. REVISION DE LITERATURA

I. Distribución de productos

En 1969, Sosa Cedillo R., realizó un estudio comparativo de la obtención; de coeficientes de productos primarios por medición directa y usando tabla de volúmenes como referencia.- En el predio San José ubicado en el municipio de Guanaseví, del estado de Durango. La medición directa; consistió; en realizar observaciones de diámetro medio y altura en cada una de las trozas; de los árboles derribados, por el aprovechamiento normal; para de ésta manera calcular posteriormente el volúmen correspondiente a productos primarios, éste volúmen se expresa en porciento con respecto al volúmen total-árbol. Referencia a tabla de volúmenes, consiste en usar un volúmen total; de los sujetos medidos en el campo, no la suma de los volúmenes parciales, sino el correspondiente a su diámetro y altura; reportado en las tablas de volúmenes aprobados, y referir a los parciales que interesen a ese total, para en esta forma; obtener los porcentajes buscados. Para ambos trabajos se tomó una muestra de 103 sujetos.

El resultado final; hace ver que los métodos a comparar se desvían numéricamente en forma mínima entre sí y entre la media real, aunque al hacer un análisis estadístico, de estos resultados; no pueda decirse a un nivel confiable; sean iguales; se concluyó sin embargo; que ambos métodos; son factibles de usarse; y que con ciertas precauciones nos proporcionan resultados aceptables; ya que desde el punto de vista; de sus trabajos de campo y de cálculos necesarios son bastante prácticos, rápidos y económicos, cumpliendo el cometido para el cual son usados.

En 1970, Domínguez Cárdenas R. elaboró, una metodología - aplicada en el cálculo de la posibilidad anual; de troce- ría para chapa; con la finalidad de complementar los pla- nes de abastecimiento de la fábrica de triplay "Plywood - Ponderosa de México, S.A." Localizada en ciudad de Ana -- huac, Chihuahua. Estudio que se realizó, sobre una super- ficie arbolada de 131 9.43 ha, el sistema de muestreo uti- lizado, fué completamente al azar, se levantaron un total de 5 340 sitios en forma circular de 2 000 m<sup>2</sup> de superfi- cie, cada uno en la toma de datos de campo, únicamente se consideraron los Pinus engelmanni Blanco, Martínez, Pinus arizónica Engelm y Pinus durangensis Martínez, por ser - los representavios en la zona. En cada sitio se elegían - tres árboles de la categoría de 45 cm en adelante, se les determinaban las alturas del fuste para chapa, fuste lim- pio total, así como su diámetro a la altura del pecho, - además se seleccionaron 237 árboles en diferentes sitios, que fueron derribados, troceados en medidas comerciales y cubicados. Posteriormente se determinó la posibilidad -- anual; el porcentaje de la madera en rollo, para destinar se a la producción de chapa y madera aserrada, resultando un 16% y un 54% respectivamente, lo que nos da un 70% de productos primarios, a obtener en la zona en estudio.

Dirección general del inventario forestal, 1979, en el es- tudio integrado de los recursos forestales del distrito - de drenaje de Uxpanapa, Veracruz, con el objeto de defi- nir por grupos de especies, la distribución de los dife- rentes productos forestales susceptibles de obtener, como chapa, madera aserrada, celulosicos etc. Se efectuaron - cubicaciones del arbolado en las zonas de derribo para - conocer sus volúmenes total, comercial de los productos -

obtenidos y de desperdicios.

Talavera y Galindo 1981 en las notas del curso de clasificación de trocería, para motosierristas; se hace mención de las características que deber ser tomadas, en cuenta para determinar el uso a que pueden destinarse las trozas obtenidas de determinado árbol.

## 2. Relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho

Rodríguez F. y Mendoza R. en 1962, se realizó en la Unidad Industrial de Explotación Forestal Michoacana de Occidente el conteo y medición del diámetro de los tocones que dejó la explotación en los sitios permanentes de investigación denominados Roblero y Durazno, con una superficie; de dos ha cada uno, para obtener los diámetros normales y a partir de éste estimar el volumen cortado en los sitios ya mencionados, lo que nos proporcionó los siguientes resultados.

Diámetro en metros	
Sección de corte	Normal
0.30 a 0.40	0.25 a 0.35
0.45 a 0.75	0.35 a 0.65
0.80 a 1.00	0.65 a 0.85

Por lo anterior se establece; que hasta la categoría de 40 cm el diámetro de la sección de corta; baja una categoría para obtener el diámetro normal equivalente, entre 0.45 y 0.75 m dos categorías, y en adelante tres categorías.

En 1966, De Lasse R. realizó un estudio acerca de observaciones sobre la relación diámetro a 0.30 m - diámetro a 1.30 m donde menciona, algunos trabajos realizados en el país y son los siguientes:

En la Unidad Industrial de Explotación Forestal Bosques de Chihuahua, se registró un promedio de 25 mediciones para cada uno de los diámetros correspondientes, en una zona representativa de los bosques de la Unidad; las especies consideradas son, Pinus arizonica, Pinus duranguensis, Pinus leiophylla, Pinus reflexa y Pinus ayacahuite, concluyéndose que para convertir diámetros tomados a la altura del tocón a su diámetro normal se deben restar los valores siguientes.

Para diámetros del tocón de 10 a 30 cm, 0 cm.

Para diámetros del tocón de 35 a 50 cm, 5 cm.

Para diámetros del tocón de 55 a 75 cm, 10 cm.

Para diámetros del tocón de 80 a 110 cm, 15 cm.

En la Unidad de Ordenación de Madera de la Sierra, se efectuó un trabajo; para obtener la relación diámetro del tocón, diámetro normal para los predios la Catedral y Chinatú, en el municipio de Guadalupe y Calvo, Chihuahua, obteniéndose por medio de la regresión de mínimos cuadrados los siguientes resultados.

- A diámetros del tocón de 10 a 20 cm, no se les descuenta nada para obtener el diámetro normal.
- A diámetros del tocón de 25 a 55 cm, se les descuenta una categoría diamétrica para obtener el diámetro normal.
- A diámetros del tocón de 60 a 95 cm, se les descuenta dos categorías diamétricas, para obtener el diámetro normal.
- A diámetros del tocón de 100 cm, en adelante se les descuentan tres categorías diamétricas para obtener el diámetro normal.

El estudio que realizó De Lasse R. 1966, en la Unidad In--

dustrial de Explotación Forestal de San Rafael, se evaluó la influencia de los factores exposición diámetro a 0.30-m diámetro a 1.30 m. Trabajo que se realizó, en lugares - que presentaban características semejantes como, masa -- pura de Pinus montezumae Lamb, cubierta herbácea, cubierta arbustiva y renuevo de pino.

El sistema de muestreo empleado fué completamente al azar en cuatro rodales de 44 ha de superficie cada uno, utilizándose sitios circulares de 0.1 ha, obteniéndose un total de 1582 árboles medidos, los resultados obtenidos se resumen de la forma siguiente.

- Exposición oeste. Se observa una diferencia más -- pronunciada entre los diámetros DT-DN para la espesura media.
- Exposición este. La diferencia más pronunciada es para la espesura cerrada.
- Espesura cerrada. Existe una diferencia más -- pronunciada DT-DN para la exposición este.
- Espesura media. La diferencia es mayor para la -- exposición oeste.

Caballero y Zerecero, en 1972, citado por Rodríguez F., - M. Musalem y G. Vera mencionan el estudio realizado en - una plantación comercial de coníferas comprendida en el - área de UIEF de San Rafael, en el cual incluyen un ajuste de regresión lineal simple a seis pares de valores de diámetro del tocón (X) y diámetro normal (Y). La ecuación - estimada fue:  $Y = 0.13939 + 0.844636X$ . El coeficiente de determinación tuvo valor de 95.30% y el error estándar de la estimada se evaluó como  $Sy. X = 0.011576$ . Este estudio fue realizado con el objeto de evaluar la magnitud del - volumen arbolado extraído ilegalmente de la masa y tomar las medidas necesarias.



Van Deusen, 1975, citado por Rodríguez F., Musalem y G. - Vera, hacen referencia al estudio de estimaciones de diámetro del tocón para Pinus ponderosa en Blacks Hills, en el cual presenta tablas y cuatro ecuaciones para estimar el diámetro a la altura del pecho, cada juego de tablas - aplicado a diferentes combinaciones y altura del tocón. El grosor de la corteza de los árboles en pie fue la suma de dos mediciones de la corteza, arriba de la pendiente y abajo de cada altura del tocón. Las ecuaciones de predicción de diámetro a la altura del pecho derivadas en este estudio son las siguientes:  $DAP = 0.4766 + 0.9240 X$ , el coeficiente de determinación igual a 0.985 y con un error estándar estimado de  $\pm 0.85$  pulgadas. La tercera ecuación  $DAP = 0.8353$  con un coeficiente de determinación de 0.988 y un error estándar estimado de  $\pm 0.47$  pulgadas. La última ecuación  $DAP = 0.8893 X - 0.4556$  con un coeficiente de determinación de 0.994 y un error estándar estimado de  $\pm 0.72$  pulgadas.

Castañeda y Cortés, 1977, citados por Rodríguez F., M. - Musalem y G. Vera, mencionan el trabajo acerca de la relación diámetro a la altura del pecho (normal) con el diámetro del tocón Pinus oocarpa Shiede en Olancho, Honduras, - en el cual se toma como hipótesis que el diámetro a la altura del pecho y el diámetro del tocón están relacionados linealmente, respaldados por estudios similares hechos por Hann, en Arizona y Nuevo México, y por Van Deusen, en Dakota del Sur, ambos en coníferas, indicando que esa es una relación acertada; en estos trabajos se planteó la ecuación  $D = a + b d t$ .

en donde:

$D = DAP$  con corteza en cm.

$a$  y  $b =$  Coeficiente de regresión.

$d.t. =$  Diámetro del tocón con corteza en cm.

Al realizarse el análisis de varianza de la regresión lineal fue significativa al 1%.

Rodríguez F.C., M. Musalem y G. Vera, 1984, realizaron en una plantación de Pinus patula Schl, et Cham, que se ubica dentro de la estación experimental de fauna silvestre de San Cayetano, estado de México, la comparación de cuadros modelos matemáticos, que representan la relación -- diámetro tocón-diámetro normal, con la finalidad de determinar en el modelo matemático más preciso para utilizarlo en la cuantificación, de los volúmenes extraídos, para lo cual muestrearon 162 árboles; en una superficie de 2 500 m<sup>2</sup> a los que se les determinaba el diámetro del tocón a la altura de 30 cm y diámetro normal, medidos con cinta - diámetrica con aproximación de 0.5 cm tomándose dos mediciones por cada diámetro y promediándose para obtener el diámetro final.

Los modelos de regresión son:

$$1. \log Y = a + b \log X$$

$$2. Y = a + bX + cX^2$$

$$3. Y = a + bX$$

$$4. Y = a + bX^2$$

El procesamiento de datos, se llevó a cabo por computación incluyéndose que el modelo matemático que mejor representa la relación diámetro del tocón a 30 cm de altura-diámetro-normal, para Pinus patula, Schl et Cham, en San Cayetano, estado de México, es el  $\log Y = -0.1293 + 1.036 \log X$ .

### 3. Tabla local o tarifa de volúmenes

Las existencias volumétricas de una masa forestal se obtiene normalmente efectuando, mediciones de los árboles de una o más de sus dimensiones fáciles de medir tales como:-

el diámetro normal, la altura y la forma a través de un --  
muestreo, para posteriormente elaborar la tabla de volúme-  
nes, esto se ha venido realizando desde hace tiempo tal --  
como lo demuestran los trabajos de:

Cotta Henrich, 1804. Quien recibe el crédito de haber ela-  
borado, las primeras tablas modernas de volúmenes.

Konig, 1846. Utilizó la fórmula alemana ( $V=B.H.F.$ ) para --  
expresar el volumen por unidad de área en función del área  
basal normal, la altura media de la masa y un factor de --  
forma de la misma.

Spurr, 1946. Publicó en (U.S.A.) tablas para la estimación  
directa en el campo del volumen de Pinus strobus y Pinus -  
tadea, basadas únicamente en la altura del árbol.

Spurr, 1952. (U.S.A.) Realizó una serie de trabajos concer-  
nientes a tablas para la estimación directa del volumen de  
una masa, en función de la altura y el área basal de ésta.  
Se efectuaron pruebas para masas arboladas de coníferas y  
un pequeño grupo de maderas duras en todas las pruebas --  
efectuadas se ensayaron dos modelos matemáticos, el de la  
fórmula australiana ( $V=a+bB+cH=dBH$ ) y el de la variable --  
combinada ( $V=a+bBH$ ) donde:

$V$  = Volumen por unidad de área

$a$  = Área basal por unidad de área

$H$  = Altura promedio de los árboles domi-  
nantes y condominantes

$BH$  = Producto del área basal por altura

De los resultados obtenidos se puede concluir que la fór-  
mula australiana proporcionó mejores resultados en todos-  
los casos.

Aarne Myssonen, 1954. En Helsinki Finlandia, elaboró un --  
trabajo enfocado a la estimación directa del volumen de --  
una masa forestal, haciendo uso del relascopio de Bitter-

lich. En este trabajo se contempla en adición a la estimación del área basal por medio del relascopio, la altura media de la masa y un factor de forma para determinar el -- volúmen, se menciona un factor de altura el cual se obtiene a través de modelos de regresión para las diferentes - especies; el volúmen se determina multiplicando el factor de altura por el área basal.

Los errores estándar con respecto al volúmen de la masa no superaron el 10 %

Kyrby, 1966. En (U.S.A.) realizó un trabajo en el que se analiza la relación lineal del volúmen por unidad de área basal y altura promedio en masas de *Picea*. Los datos para la elaboración de este trabajo se obtuvieron de 38 sitios de 1/20 de acre, en cada uno de los cuales se derribó y - cubicó el arbolado, obteniéndose además el área basal y la altura promedio de todos los árboles. A partir de esta ecuación, se derivó una expresión, para determinar con un mínimo de cálculo en el campo, el volúmen en cuerdas por - acre, la expresión determinada fué:

$$Vc = 0.005 \times H \times \text{Area basal por acre}$$

$$Vc = \text{cuerdas de madera por acre}$$

$$H = \text{Altura promedio de los árboles seleccionados con relascopio.}$$

$$\text{Area basal} = \text{Area basal por acre de los árboles con } - 3.5'' \text{ de diámetro normal o más.}$$

Alendag, 1973. En Ontario Canadá. Publicó tablas de volúmen por rodal para *Picea glauca* y *Pinus contorta*.

La información de campo se capturó de 557 sitios para *Picea glauca* y 151 de *Pinus contorta* de 0.2 y 0.1 acres respectivamente. Las mediciones dentro de cada sitio fueron:

$$H = \text{Altura total promedio en pie, de los rodales dominantes con diámetro normal de } 3.6'' \text{ o más.}$$

$G$  = Área basal en pies cuadrados por acre de los árboles vivos con 3.6" o más de diámetro normal.

$V_{mcf}$  = Volúmen comercial en pies cúbicos por acre de los árboles vivos con diámetro normal de 3.6" o más.

$V_{bf}$  = Volúmen en pies tabla por acre de los árboles vivos con 9.6" o más.

Se investigaron diferentes modelos matemáticos para expresar el volúmen en función de área basal y altura, seleccionándose el siguiente para ambas especies.

$$V_{mcf} \text{ o } V_{bf} = b_0 + b_1 + G + b_2 GH$$

El volúmen comercial en pies cúbicos y volúmen en pies tabla de la masa, se calcularon por clases de 10 pies para altura y de 20 pies cuadrados para el área basal, presentándose las tablas correspondientes.

Al realizar el análisis estadístico, el que mejores resultados presentó fue la ecuación.

$$V = mcf \text{ con un } R^2 = 0.905 \text{ y un error estándar en } \% \text{ de } 11.35$$

Caballero Deloya. 1975. En su trabajo análisis de un caso práctico, relativo a la elaboración de tablas de volúmenes de aplicación directa de rodales. Se realizó en la U.I.E.F. de San Rafael, los datos de este estudio se obtuvieron de 222 sitios de inventarios Forestal contínuo y consistieron en el área basal, de la altura media de los tres árboles dominantes y el volúmen total de cada uno de los sitios. Se probaron quince modelos matemáticos con el fin de determinar cual era el que mejor se ajusta a los datos originales, esto se realizó en cada uno de los seis predios que se muestrearon, a partir de estas se elaboró una tabla de -

volúmenes aplicable a toda la Unidad Forestal. Y uno para cada uno de los seis predios considerados.

El coeficiente de determinación múltiple en los siete casos fueron superiores al 97%, todos estos valores resultaron ser, como es natural, significativos al nivel del 1%. El error estándar con respecto al volumen medio para la tabla de la Unidad fue de 2.95% y a nivel de predio tampoco superó el 10%.

La ecuación que se obtuvo para toda la unidad fue:

$$\bar{V} = -2.4910 + 6.8577 + 0.1476 \bar{B}A + 0.0058 \bar{A}$$

Donde:  $\bar{V}$  = Volumen medio.

B = Area basal.

$\bar{A}$  = Altura media de los árboles dominantes.

Sosa C. 1976. Elaboró una tabla de volúmenes para rodales, con la finalidad de estimar volúmenes directamente en el campo. La información del estudio en cuestión, se obtuvo en 463 sitios de muestreo de 0.1 ha de inventario forestal continuo en el estado de Chihuahua, en cada uno de los sitios se les determinaba a todos los árboles con un diámetro, normal igual o mayor de 15cm, área basal, altura promedio de todos los árboles del sitio, altura promedio de los tres árboles más altos, volumen de fuste limpio y volumen fuste total. Los bosques de los cuales se eligió la muestra, presentan un volumen total de 78.52 m<sup>3</sup> por ha y 15372 árboles por ha aprobaron treinta modelos matemáticos, para volumen de fuste total y veintiseis para fuste limpio, con el fin de determinar cual era el que mejor se ajustaba a la dispersión de los valores originales. En el caso del volumen del fuste total, el modelo matemático que mejor se ajusta, para obtener la tabla de volúmenes es:

$$\text{Log VFT} = -0.8206 + 0.8983 \text{ Log B} + 0.9852 \text{ Log A.}$$

Donde:

VFT = Volúmen fuste total de todos los árboles -- del sitio con diámetro normal igual o mayor a 15 cm.

B = Area basal en  $m^3$  de todos los árboles del sitio con diámetro normal igual o mayor de 15 cm.

A = Altura promedio de los tres árboles más altos del sitio, con diámetro normal igual o mayor de 15 cm.

El coeficiente de determinación para dicho modelo, resultó ser de 0.97 y el error expresado, como porcentaje del volúmen medio fué de 11.05% el modelo matemático que mejor se ajusta, para obtener el volúmen del fuste limpio es:

$$VFL = 0.3652 - 1.9185B + 0.2865BA$$

Donde:

VFL = Volúmen fuste limpio en  $m^3$ , de todos los árboles del sitio, con diámetro normal -- igual o mayor de 15 cm.

B = Area basal en  $m^3$  de todos los árboles del sitio con diámetro normal igual o mayor de 15 cm.

A = Altura promedio de los tres árboles más al tos del sitio, con diámetro normal igual o mayor de 15 cm.

El coeficiente de determinación, para el modelo anterior -- es igual a 0.86 y el error expresado, como porcentaje del volúmen medio es del 36.01%.

Del trabajo en mención se concluye, que la correlación más alta se obtuvo entre el volúmen de fuste total y el volúmen de fuste limpio, con el área basal.

En lo referente a las alturas se presentó, una correlación más alta entre el volúmen y la altura promedio; de los tres árboles más altos, que entre el volúmen y la altura promedio de todos los árboles.



#### IV. MATERIALES Y METODOS

##### I. Descripción del área estudiada

###### I.1. Localización

El predio Germania del municipio de la Independencia, Estado de Chiapas. Se ubica geográficamente entre los paralelos 16 10' y 16 05' de latitud norte y meridianos 91 50' y 91 45' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich. ( Fig. No. 1 )

###### I.2. Colindancias

El predio Germania, colinda al norte y al oeste con el ejido porvenir agrarista, al sur con el ejido la Esperanza al este el ejido Hidalgo. ( Fig. No. 1 )

###### I.3. Pertenencia

El predio es propiedad del Lic. Gustavo Culebro Sile, por compra que hizo al Sr. Jorge Antonio Carrera Culebro, según escritura pública No. 22 de fecha 10 de abril de 1981, ante el C. Lic. Javier Aguilar Torres, notario público del estado. Dicha escritura ampara un total de 300 00 00 ha.

###### I.4. Servidumbre

El predio Germania, se ubica a una distancia de 36 km de carretera pavimentada, partiendo de la ciudad de Comitán, Chiapas, rumbo al poblado Unión Juárez, de este último desviándose con dirección al ejido Porve-

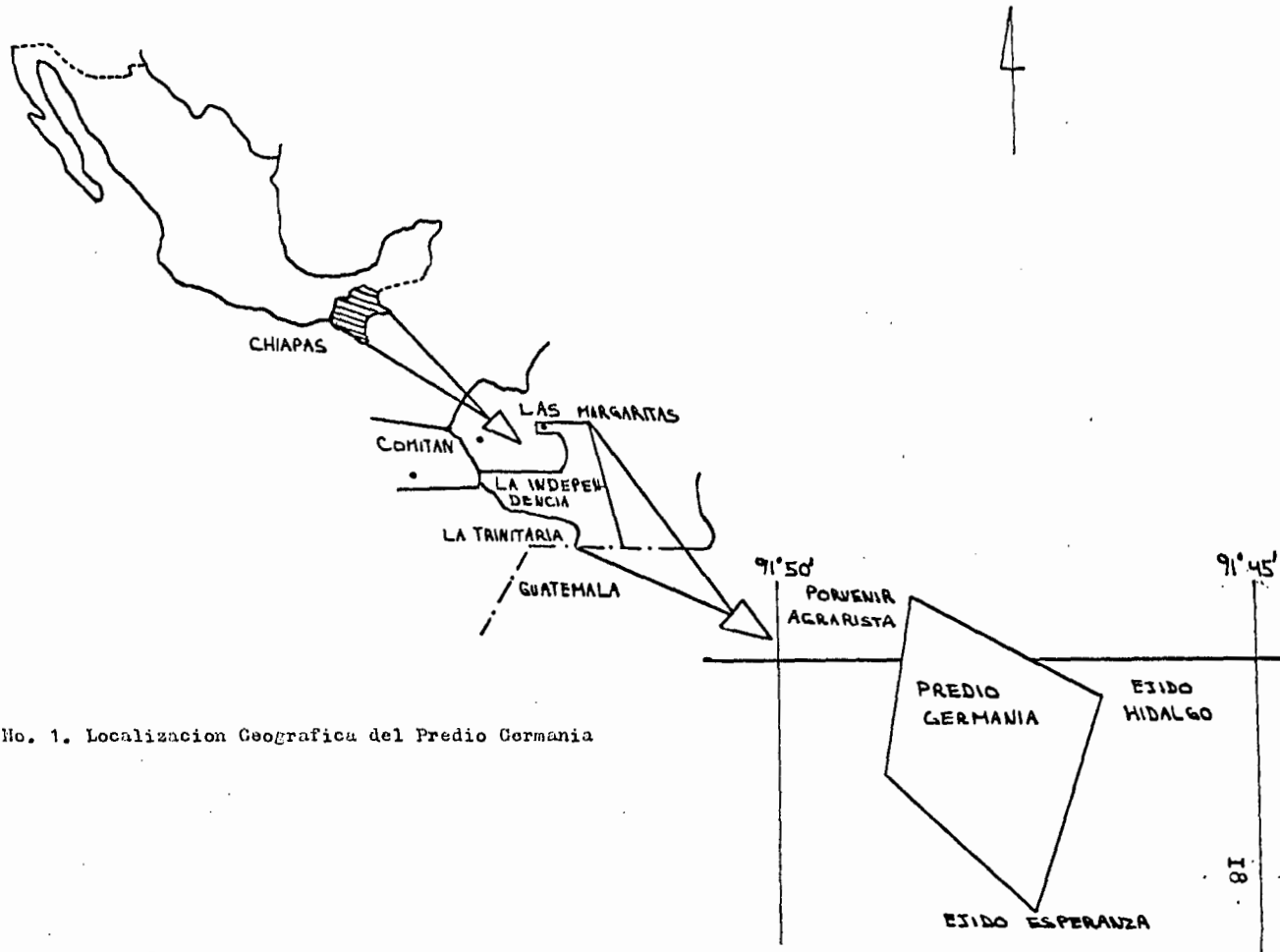


Fig. No. 1. Localizacion Geografica del Predio Germania

nir agrarista a una distancia de 5 km terracería, y 8 km de camino de herradura.

#### I.5. Aprovechamientos anteriores

De acuerdo a la información recopilada en los archivos de la jefatura de programa forestal, así como de la delegación forestal de región y de acuerdo a la situación que guarda el bosque en la actualidad se determinó que a nivel comercial, no se ha llevado a cabo ningún aprovechamiento forestal.

#### I.6. Orografía

El predio bajo estudio; se encuentra localizado en lo que se denomina Altiplanicie Chiapaneca, su topografía no es muy accidentada y no presenta elevaciones de importancia.

#### I.7. Hidrografía

Dentro del área en estudio que comprende el predio - Germania, no se localiza ningún río de importancia.

#### I.8. Suelos

Los suelos de esta zona corresponden al denominado - Litosol, es un suelo de distribución muy amplia, con profundidad menor de 10 cm, tiene características muy variables. Su susceptibilidad a la erosión, depende de la zona donde se encuentre, pudiendo ser desde moderada a alta, Rendzina tiene una capa superficial rica en materia orgánica, que descansa sobre roca - caliza o algún material rico en cal, no son profundos, en esta zona tienen la característica de ser arcillosos, acrisol órtico; tiene acumulación de arcilla en el subsuelo, es ácido y de textura media. (SPP 1970).

### I.9. Clima

De acuerdo a la clasificación de Köppen en el estado de Chiapas, y modificado por Enriqueta García en 1964, el predio en estudio está representando por las claves climáticas, A (C) W<sub>2</sub> (W) ig. Donde A (C) está designado como clima semicálido y subhúmedo con temperatura media anual < 22°C y la del mes más frío > 18°C y (W) régimen de lluvias en verano, se presenta un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la total anual, precipitaciones anuales de 1 200 a 1 500 mm (SPP 1970).

### I.10. Tipos de vegetación y estructura

Dentro de los terrenos del predio, en estudio encontramos; el tipo de vegetación correspondiente al bosque de Pino, y mezclas Pino-Encino, donde se identificaron, coníferas, escasas Latifoliadas y pastizales, por orden de frecuencia las especies localizadas son las siguientes, Pinus oocarpa Shiede, Pinus oocarpa Var. Ochoterenai, Pinus tenuifolia Benth, Quercus rugosa Nee, Quercus acatenangensis Trel, el género identificado correspondiente a la vegetación de pastizal fué Muhlenbergia.

En la zona de trabajo nos encontramos con los estratos. P IV<sub>5</sub> y P III<sub>q5</sub>

Donde:

P = Masa de Pinus

q = Quercus dominado

IV = Espesura semiserrada del 51-70%

III = Espesura media del 31-50%

5 = De 26 a 30 m de altura

En función de lo anterior, el muestreo se realizó únicamente para Pinus oocarpa Shiede, ya que es la especie, representativa de la masa arbolada.

## 2. Distribución y tamaño de la muestra

Se consultó el estudio desonómico fotogramétrico, elaborado en 1984 para la zona en cuestión, por la Unidad de Administración Forestal No. II "Altos de Chiapas", además - considerando características de accesibilidad, arbolado y del terreno, así como los aspectos de confiabilidad, precisión, eficiencia y costo, se determinó, más apropiado - el siguiente sistema de muestreo, cuyas características - son:

- A) Se trabajó únicamente en la primer área de corta de - 30 ha por ser ésta la primera anualidad de diez autorizada en el estudio desonómico fotogramétrico del - predio, sujeto a estudio, y de esta manera aprovechar que en esta área se encuentran los árboles derribados. Apéndice No. 1.
- B) El método de tratamiento aplicado a la masa forestales el de "Selección o entresaca", en todo momento se siguió aprovechamiento normal, tal como lo indica el tratamiento ya mencionado, con el fin de no inducir - de manera alguna en el resultado final.
- C) El número de árboles a muestrearse es prefijo a 10; - por cada categoría diamétrica que van de 5 en 5 cm, - de las más representativas de la zona, tal como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 1

Arboles muestreados

CATEGORIA DIAMETRICA cm	No. DE ARBOLES MUESTREADOS
40	10
45	10
50	10
55	10
60	10
65	10
70	10
75	10
80	10
85	10
	100

- D) Los individuos muestreados son aruellos que han sido de rribados, desrramados y que se encuentran sin trocear, elegidos completamente al azar.

### 3. Materiales y Equipo

- A) Mapa Forestal  
 B) Mapa Topográfico.  
 C) Fotografías aéreas, 25 y 26 de la línea de vuelo 28 es  
 cala 1:70 000.  
 D) Esteroscopio de bolsillo.  
 E) Brújula.  
 F) Medidor de corteza.  
 G) Forcípula.  
 H) Flexometro.  
 I) Vara acotada.  
 J) Crayones.  
 K) Formas de registro.

#### 4. Metodología para la obtención de datos del campo.

En la primer área de corta, se procedió a realizar en cada árbol muestreado, la toma de datos para determinar la distribución de productos, la relación diámetro tocón -- diámetro a la altura del pecho y la tabla local o tarifa de volúmenes, mismos que se anotan en las formas de registro Apéndice No. 2

##### 4.1. Distribución de productos

Antes de iniciar la captura de datos de campo, es necesario conocer la distribución de las partes de un árbol según el uso a que pueden destinarse así como ciertas características de las mismas.

##### 4.1.1 Distribución de las partes de un árbol, según el uso a que pueden destinarse

No toda la madera puede ser utilizada, para la misma finalidad, ya que determinados productos tienen exigencias altas en cuanto a calidad y dimensiones es por ésta razón que al aprovechar un árbol obtenemos madera para Triplay, aserrio, cajas de empaque, celulocicos, etc. (Fig. No. 2 ).

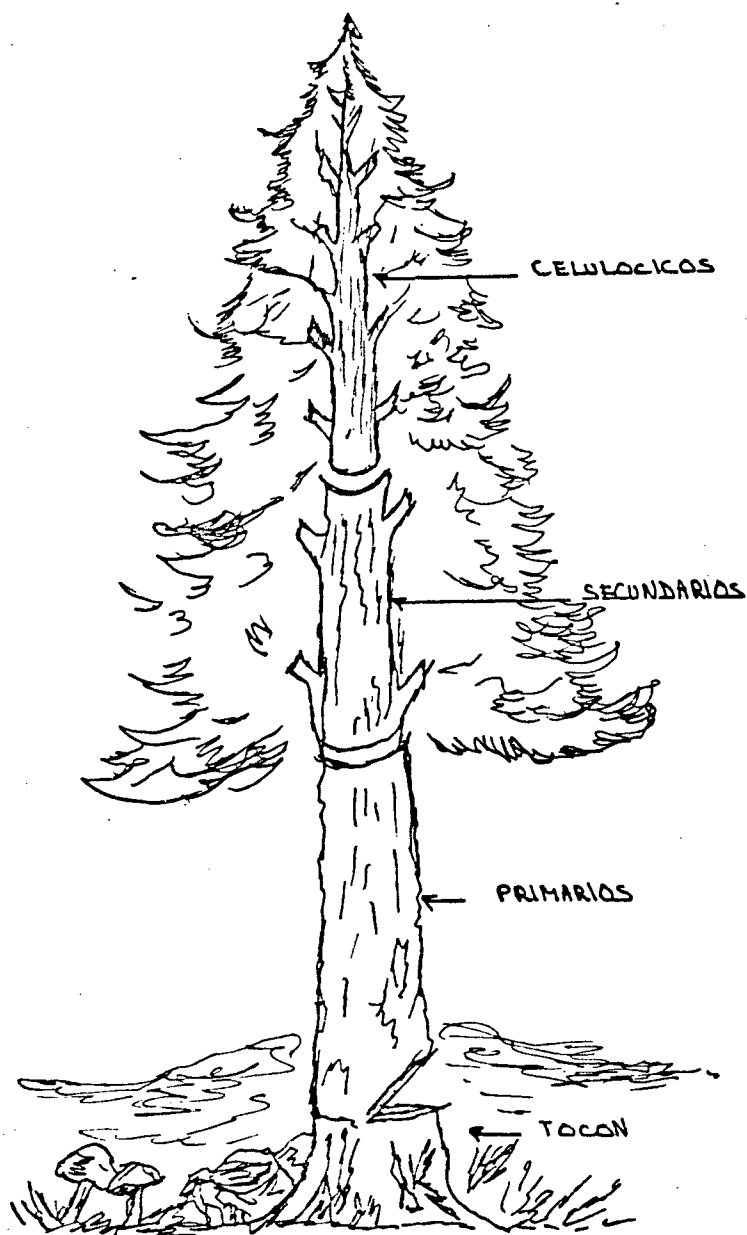


fig. No. 2 . Distribución de las partes de un árbol según el uso a que pueden destinarse.



4.I.2 Características que deben ser consideradas para -  
clasificar trocería.

- A) Dimensiones se considera el diámetro y longitud -  
de cada troza.
- B) Forma de la sección transversal el ovalamiento y  
la irregularidad de ésta en la troza (fig. No. 3)  
se considera un defecto; porque limita el uso de  
la misma y la mayor utilización de su volúmen. -  
Este defecto se toma mucho en cuenta; en la sec-  
ción de trozas para chapa.



Fig. No. 3. Forma de la sección transversal.

- C) Curvatura es difícil encontrar árboles totalmente  
rectos, lo que ocasiona que las trozas que se ob-  
tengan de ellos presentan curvaturas, las cuales -  
pueden ser simples en un solo plano y las compues-  
tas en dos o más planos. (Fig. No. 4) .

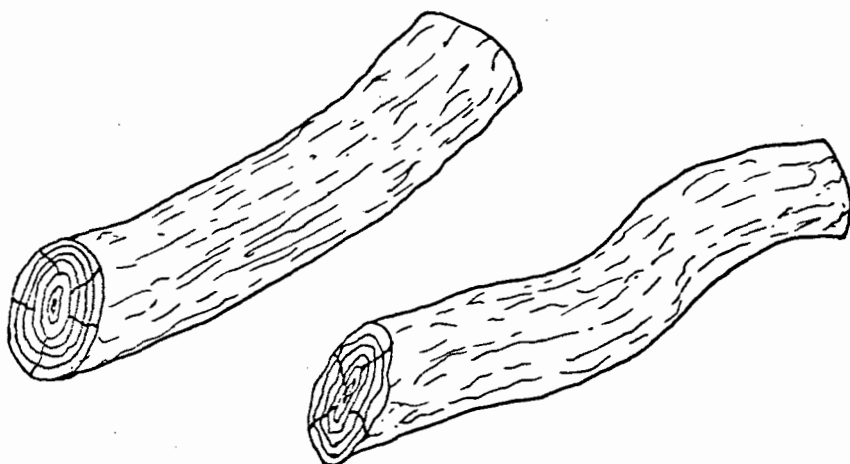


Fig. No. 4 Curvatura en uno y dos planos.

- D) Ahusamiento depende de la forma en que crece el árbol, - consiste en la disminución del diámetro de la troza (fig. No. 5 ).

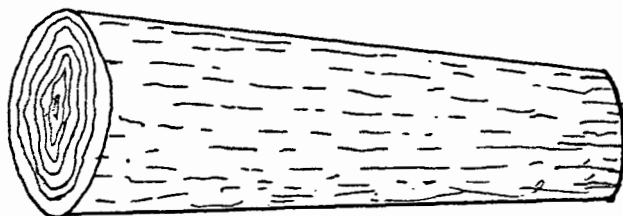


Fig. No. 5 Ahusamiento.

- E) Excentricidad de la médula por diferentes razones; tales como exposición, topografía, pendiente, etc., que afectan el crecimiento del árbol - no siempre la médula es el centro de la troza, - encontrándose algunas veces muy cercana a uno de sus lados, este defecto; limita la utilización - de la troza, en diferentes productos (fig. No. - 6).

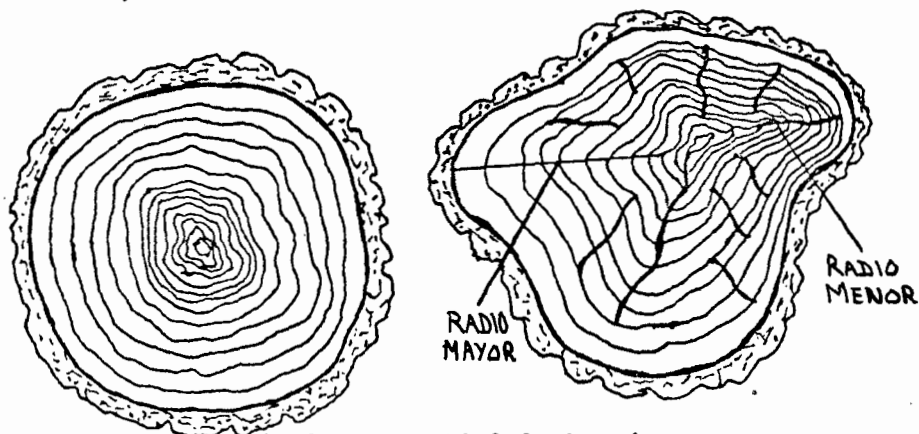


Fig. No. 6. Excentricidad de la médula.

- F) Nudos son originados por la formación de ramas, - y se les clasifica en nudos vivos o ramas y nudos muertos. Los nudos muertos son aquellos que provienen de ramas muertas; y que al seguir creciendo el árbol e ir engrosando envuelve la madera - del tronco al nudo, produciendo madera defectuosa alrededor del mismo (fig. No. 7).
- G) Cicatrices son defectos producidos por el crecimiento parcial de la corteza, al ir envolviendo - la base de la rama después de que ésta cae. Este defecto es indicador de nudos internos (fig. No. - 7).
- H) Abultamiento son sobre posiciones de madera y --

corteza; que envuelven la h rida producida por la ca da total de una rama. Son indicadores de nudos internos (fig. No. 7).

- I) Muñones son las ramas secas que quedan adheridas al fuste provocando un nudo muerto de un diámetro proporcional al diámetro de la rama - (fig. No. 7).

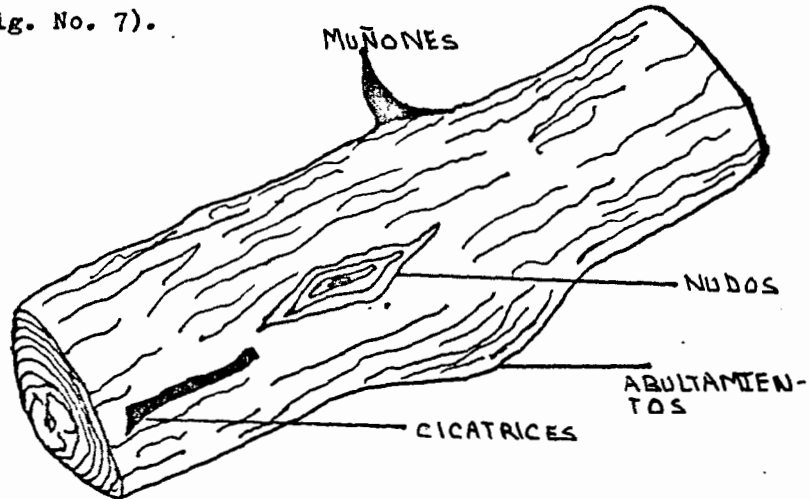


Fig. No. 7. Nudos, cicatrices, abultamiento y muñones.

- J) Daños físicos son aquellas raspaduras o rajaduras causadas al realizar las maniobras de derribo troceo y traslado hasta el lugar de su procesamiento, así como los daños causados por el fuego, que queman parcialmente los fustes de los árboles (fig. No. 8).

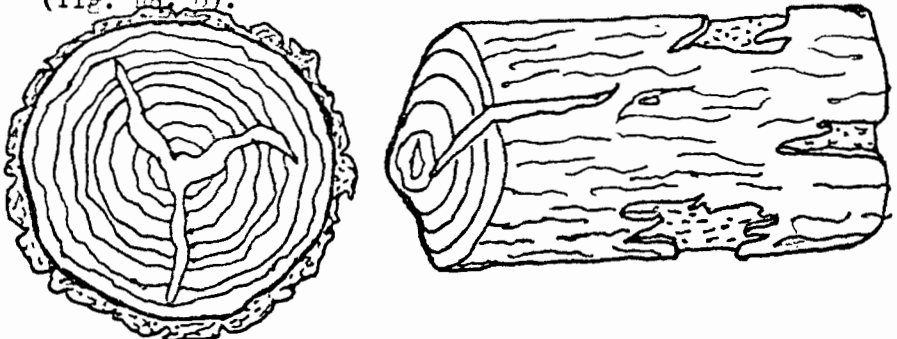


Fig. No. 8. Daños físicos.

#### 4.1.3. Obtención de datos de campo.

Se procedió a recabar información, en cada 10-- , árboles derribados, desramados y sin trocear;-- por categoría diamétrica aprovechable cuadro (1), realizándose la distribución de productos a obtener con un criterio; basado en el tipo de industria que se va abastecer, así como en las características mencionadas anteriormente bajo las especificaciones de las clases y calidades de productos siguientes:

Clases de productos primarios calidad triplay son aquellas trozas con un diámetro mayor de 30 - cm con corteza y longitud mayor de 2.44 m estas - trozas además no deben de presentar más de dos nudos y estar libres de defectos y daños físicos - considerable mencionados en el punto anterior.

Clases de productos primarios para aserrio, - son aquellas trozas con un diámetro mayor de 30 - cm con corteza y longitud mayor de 2.44 m mismas- que pueden presentar de tres a seis nudos y defectos y daños físicos leves; mencionados en el punto anterior.

Clases de productos secundarios, son aquellas trozas con un diámetro mayor de 15 cm con corteza y longitud mayor de 1.22 m y menor de 2.44 m.

Puntas y ramas, se consideran aquellos tramos de madera con un diámetro no mayor de 15 cm y con una longitud máxima de 1.20 m. En base a las especificaciones anteriores a todos los sujetos muestreados se les midieron las siguientes características:

A) El diámetro normal y altura total de cada uno.

- B) Se trazó con crayones en el fuste limpio de cada árbol comenzando por la base; y de acuerdo a las dimensiones de cada clase de productos (primarios, secundarios, puntas y ramas). Secciones de 2.44 m, más su esfuerzo, además se mide el diámetro medio con corteza y grosor de la misma, la suma de los volúmenes correspondientes a estas trozas, representa a los productos primarios; los separamos por su calidad que bien puede ser triplay o aserrio.
- C) A partir del límite de la última troza con un diámetro con corteza menor de 30 cm se comenzará a medir, las características ya mencionadas en secciones con una longitud mayor de 1.22 m y menor de 15 cm con corteza; del volumen de estas divisiones, corresponde a los productos secundarios de cada árbol.
- D) Después de la última troza de 1.22 m y un diámetro igual o menor de 15 cm con corteza, se procede a realizar trazos en puntas y ramas en los cuales, se les mide el diámetro medio y longitudes. La suma del volumen de estas secciones corresponde a puntas y ramas.

#### 4.2. Relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho.

Se realizaron 10 observaciones por cada categoría diamétrica, desde la de 40 cm hasta la de 85 cm cuadro (1), se les midió el diámetro tocón, con corteza y diámetro a la altura del pecho, con corteza, datos que se anotan en su categoría diamétrica correspondiente (fig. No. 9).



Fig. No. 9. Relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho.

#### 4.3. Tabla local o tarifa de volúmenes

Se trabajaron los mismos árboles en donde se realizó la distribución de productos, y la relación diámetro a la altura del pecho-diámetro tocón, tomando se los datos siguientes, diámetro normal, longitud total, diámetro medio y longitud en cada troza, en puntas y ramas se mide diámetro medio y longitud. -

(Fig. No. 10)

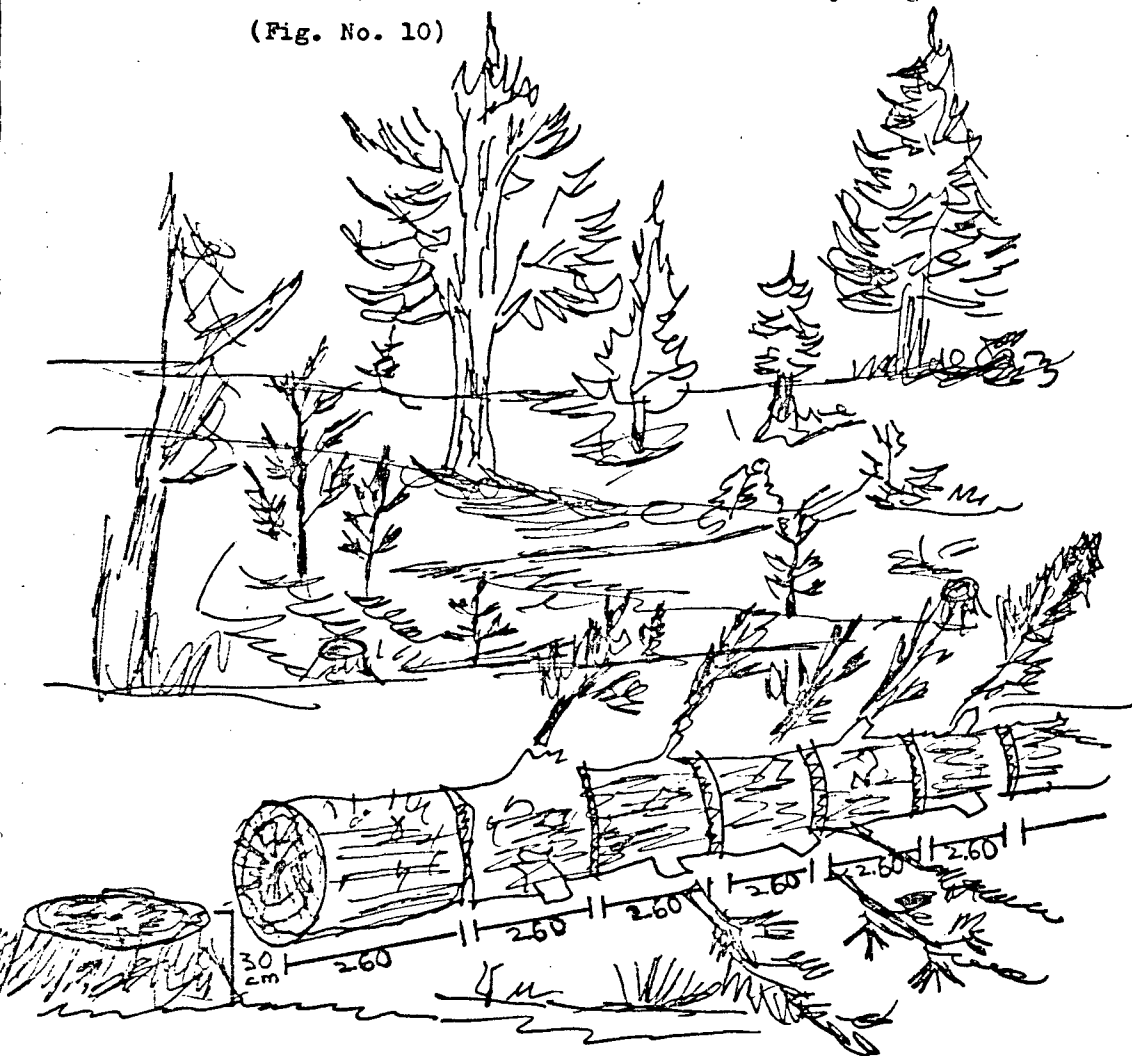


Fig. No. 10. Tabla local o tarifa de volúmenes.



## 5. Procesamiento de datos

### 5.1 Ordenación de los registros de campo

Consiste en agrupar y ordenar los registros de cada árbol trabajado por categoría diamétrica y especie - en un orden ascendente. Posteriormente es conveniente, realizar un chequeo de los registros para verificar que no falte algún dato y detectar algún incongruente, en caso de que exista alguno de los puntos anteriores de ser posible, se corrige en gabinete o en su defecto hay que trasladarse al campo para verificarlo, por lo regular esto no sucede si los registros son llenados con el debido cuidado, en el monte.

### 5.2 Distribución de productos

Teniendo los datos de campo ordenados, se calcularon para cada individuo muestreado el grosor de la corteza y los volúmenes por cada troza resultante, así como de puntas y ramas, realizando la suma de estos obtenemos; el volumen total de cada árbol con y sin corteza. Las fórmulas utilizadas son:

$$\text{Para volumen con corteza: } V_{cc} = \frac{\pi}{4} \times (D_{mcc})^2 \times L$$

Donde:  $V_{cc}$  = Volumen con corteza.

$$\pi = 3.1416$$

$(D_{mcc})^2$  = Diámetro medio con corteza de la troza elevado al cuadrado.

$L$  = Longitud de la troza.

$$\text{Para volumen sin corteza: } V_{sc} = \frac{\pi}{4} \times (D_{msc})^2 \times L$$

Donde:  $V_{sc}$  = Volumen sin corteza.

$$\pi = 3.1416$$

$(D_{msc})^2 =$  Diámetro medio sin corteza elevado al cuadrado.

$L =$  Longitud de la corteza.

Para diámetro sin corteza:  $D_{sc} = D_{cc} - 2 Gc$

Donde:  $D_{sc} =$  Diámetro sin corteza.

$D_{cc} =$  Diámetro con corteza.

$2Gc =$  Dos veces el grosor de la corteza.

Posteriormente; se agruparon todos los volúmenes de cada uno de los árboles muestreados a su correspondencia categoría diamétrica, en seguida se determinó el volumen de los diferentes productos a obtener y se calculó el porcentaje que le corresponde respecto al volumen total rollo con corteza; en seguida se concentran todos los volúmenes y porcentajes promedio de los árboles muestreados; en los diferentes productos de todas las categorías diamétricas estudiadas y por último se realiza el promedio final.

### 5.3 Relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho.

Se procedió a concentrar, los datos de campo. Apéndice No. 3, donde se observa la relación entre el diámetro - tocón-diámetro a la altura del pecho. Misma que se grafica, considerando en el eje de las ordenadas el diámetro a la altura del pecho, en categorías diamétricas de 5 en 5 cm y en el eje de las abscisas el diámetro del tocón.

Se observa que los puntos en el diagrama de dispersión siguen la tendencia de una recta. Fig. No. 11. La ecuación que define esta recta está dada por la expresión :

$$Y = a + bX$$

Donde:

Y = Diámetro a la altura del pecho (variable dependiente).

X = Diámetro del tocón (variable independiente).

a, b = Son las constantes de regresión que define la tendencia de la función.

El cálculo de las constantes de regresión, se realizó mediante el método de "Mínimos cuadrados".

Las ecuaciones normales para dicha recta son:

$$\sum Y = b\sum X + Na$$

$$\sum XY = b\sum X^2 + a\sum X$$

De donde obtenemos:

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{N\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Además se realizó en análisis de varianza de la ecuación anterior cuyas fórmulas se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 2 Fórmula para realizar el análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Fc
Regresión	1	$\frac{(\sum XY)^2}{\sum X^2}$	SC Regresión	$\frac{SC Regresión}{SC Error}$
Error	n-2	$\sum Y^2 - \frac{(\sum XY)^2}{\sum X^2}$	$\frac{SC Error}{(n-2)}$	
Total	n-1	$\sum Y^2$		

Donde:

$$\sum xy = \sum XY - \frac{(\sum X \sum Y)}{n}$$

$$\sum x^2 = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$\sum y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

n = Número de observaciones.

$$r^2 = \frac{SC \text{ Regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$S_{y.x} = \sqrt{CM \text{ Error}}$$

FV = Fuente de variación

GL = Grados de libertad

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrados medios

Fc = F. calculada

r<sup>2</sup> = Coeficiente de determinación

S<sub>y.x</sub> = Error estándar

#### 5.4. Tabla local o tarifa de volúmenes.

Teniendo los datos de diámetros medio y longitud, de cada una de las trozas, puntas y ramas muestreadas, se cubican de acuerdo a la fórmula de:

$$\text{Huber } V = AB_m \times L$$

Donde: V = Volúmen.

AB<sub>m</sub> = Area basal media.

L = Longitud de la troza.

Una vez calculados los volúmenes de cada troza, puntas y ramas; los sumamos y obtenemos el volúmen individual por árbol, se promedian los diez de cada categoría diamétrica y obtenemos el volúmen medio, mismo que se gráfica considerando en el eje de las-

abscisas las categorías diamétricas de 5 en 5 cm - y en el eje de las ordenadas los volúmenes medios. En el diagrama de dispersión de los volúmenes medios observamos que estos siguen una tendencia curvilínea. Fig. No. 12.

La ecuación que define a esta curva está dada por la expresión.  $Y = a X^b$

Donde:  $Y =$  Volúmen (variable dependiente).  
 $X =$  Categorías diamétricas (variable independiente).

$a, b =$  Constantes de regresión que definen la tendencia de la función.

Si efectuamos la transformación de la anterior ecuación a logaritmos, vemos que corresponde a la expresión conocida de la recta.

$$\log Y = \log a + b \log X$$

Reducida a:

$$Y = a + b X$$

El cálculo de las constantes de regresión, se realizó mediante el método de "Mínimos cuadrados".

Las ecuaciones normales para dicha recta son:

$$\sum \log Y = N \log a + b \sum \log X$$

$$\sum \log X \log Y = N \log a \sum \log X + b (\sum \log X)^2$$

De donde obtenemos:

$$b = \frac{N \sum (\log X \log Y) - (\sum \log X \sum \log Y)}{N \sum (\log X)^2 - (\sum \log X)^2}$$

$$\log a = \frac{\sum \log Y}{N} - \frac{b \sum \log X}{N}$$

También se realizó el análisis de varianza de la ecuación anterior, cuyas fórmulas aparecen en el cuadro (2).

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

1. Distribución de productos.

Una vez realizados los cálculos necesarios se obtiene la distribución de productos individual por categoría diámetro; tanto en volumen como en porcentaje. Apéndice No.4 A continuación se concentran las medias de todas las categorías diamétricas y se calcula el promedio de éstas. Apéndice No. 5 de donde obtenemos finalmente que la distribución de productos para el predio en estudio; es la que aparece en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 3

## Distribución de productos

CLASE DE PRODUCTO			
ESPECIE	PRIMARIO	SECUNDARIOS	DESPERDICIO
	TRIPLAY ASERRIO	ASERRIO	CORTEZA, PUNTAS Y RAMAS.
P. oocarpa S.	27%	42%	7%
TOTAL	69%	7%	24%

Previamente a la iniciación de este trabajo, se advirtió que su realización tendría que cimentarse; en una muestra que estuviera en condiciones de proporcionar valores altamente precisos. Por lo que se recurrió a los datos reportados en el estudio desonómico del predio Germania. Que estima la densidad en los sujetos muestreados es 28 árboles por ha, siendo la especie dominante Pinus occarpa Shiede.

El presente trabajo se realizó; en 30 has, con una densidad de 840 árboles de los cuales en 100 se realizaron las mediciones ya mencionadas, esto nos indica que la intensidad de muestreo resultó ser del 12% misma que consideramos representativa de la población y aceptable para los fines del estudio en cuestión.

## 2. Relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho.

El cuadro de construcción, para el cálculo de las constantes de regresión; se elaboró de la siguiente forma:

Cuadro No. 4      Cuadro de construcción para el cálculo de las constantes de regresión.

DT X	DAP Y	(DT) (DAP) XY	(DT)2 X2	(DAP)2 Y2
45	40	1 800	2 025	1 600
95	85	8 075	9 025	7 225

Al efectuar las operaciones previas obtenemos:

$$\begin{aligned} \sum X &= 6960 & \sum Y^2 &= 411\ 250 \\ \sum Y &= 6250 & \sum X^2 &= 507\ 650 \\ \sum XY &= 456\ 625 & N &= 100 \end{aligned}$$

Sustituyendo estos valores en las constantes de regresión  $a = -2.2800$  y  $b = 0.9307$

Con lo que determinamos que la línea de ajuste, para representar la relación antes mencionada, está dada por la ecuación  $Y = -2.2800 + 0.9307 X$ , fig. No. 11

En seguida se efectuaron los cálculos necesarios, para relacionar diámetros a la altura del tocón con diámetros normales, Apéndice No. 6 de donde concluimos que se deben restarse los valores siguientes:

A Diámetros del tocón de 40 a 65 cm se restan 5cm.

A Diámetros del tocón de 70 a 110 cm se restan 10 cm.

Al realizar el análisis de varianza cuadro (5) el modelo en cuestión resultó ser significativo al 1%.

Cuadro No. 5

Análisis de varianza para el modelo  
 $Y = -2.2800 + 0.9307 X$

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadro medio	F. Calculada
Regresión	1	20 127.426	20 127.426	3 964.2767*
Error	98	497.574	5.0772	
Total	99	20 665.000		

Coefficiente de determinación =  $0.98 = 98\%$

Error estándar =  $0.2532$

\* Significativo al nivel del 1%



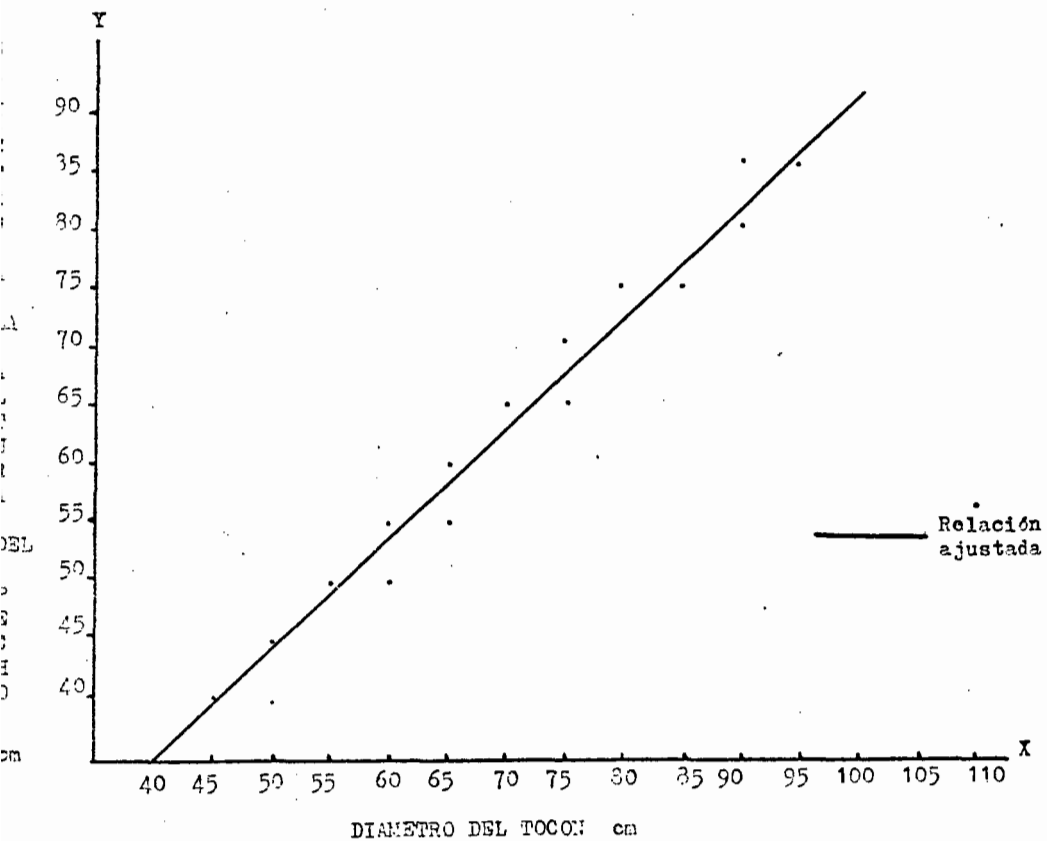


Fig. No. 11 Relación diámetro tocón-dímetro a la altura del pecho.

### 3. Tabla local o tarifa de volúmenes

Una vez elaborado; el cuadro de construcción para el -  
cálculo, de las constantes de regresión. Apéndice No.7,  
obtenemos:

$$\log a = -2.7205$$

$$a = 0.001903$$

$$b = 1.8408$$

Con lo que determinamos que la línea de ajuste, para-  
representar los volúmenes medios obtenidos, está dado -  
por la ecuación:

$$Y = 0.001903 \quad X^{1.8408}$$

o bien

$$\log Y = -2.7205 + 1.8408 \log X. \text{ fig. No.I2}$$

Al efectuar los cálculos necesarios en la ecuación -  
anterior obtenemos la siguiente tabla local o tarifa-  
de volúmenes: Altura promedio 30 m.

Cuadro No. 6      Tabla local o tarifa de volúmenes

DAP	VOL. R.T.A.
cm	m <sup>3</sup>
30	0.9967
35	1.3237
40	1.6926
45	2.1024
50	2.5524
55	3.0420
60	3.5704
65	4.1362
70	4.7419
75	5.3840
80	6.0632
85	6.7791
90	7.5312
95	8.3194
100	9.1432
105	10.0024
110	10.8967

Al realizar el análisis de varianza para el modelo anterior cuadro siguiente, resultó ser significativo al nivel del 1%.

Cuadro No. 7                      Análisis de varianza para el modelo  
 $\log Y = 2.7205 + 1.8408 \log$

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculada
Regresión	1	0.3628	0.3628	907 <sup>+</sup>
Error	8	0.0033	0.0004	
Total	9	0.3661		

Coefficiente de determinación = 0.99

Error estándar = 0.02

<sup>+</sup> Significativo al nivel del 1%.



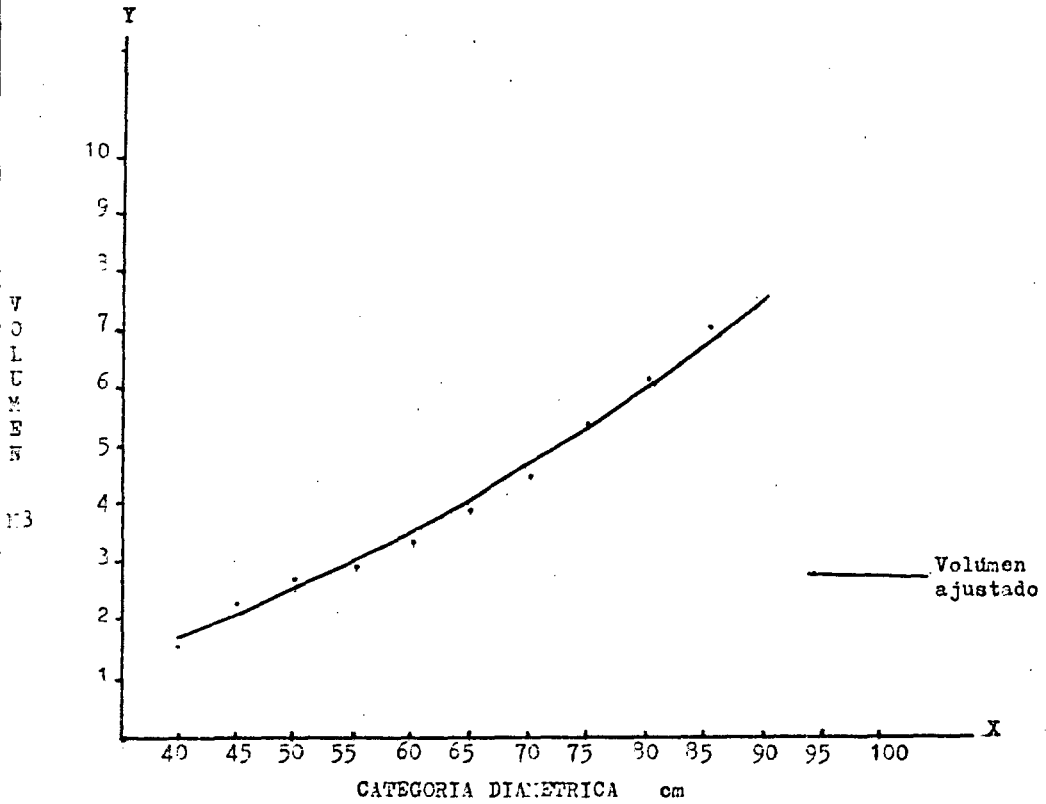


Fig. No. 12 Tabla local o tarifa de volúmenes.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

Al realizar la distribución de productos del predio en cuestión, podemos predecir el porcentaje de madera que a-- de destinarse a Triplay, primarios, secundarios o celulo-- sicos, de esta manera la industria puede planificar sus o-- peraciones de extracción y transformación de acuerdo a -- las cantidades de madera que le pueden abastecer los pre-- dios o ejidos que tengan contratados.

Es conveniente resaltar que en este tipo de trabajos deben estar respaldados por análisis estadísticos, para que de -- esta manera se consideren sus resultados confiables, queda ahí el campo abierto a los estudiosos en la materia, para diseñar nuevos sistemas de evaluación de los resultados de dichos trabajos.

Una vez conociéndose la relación que existe entre el diáme-- tro a la altura del pecho diámetro tocón, se logra mayor -- exactitud al de determinar los volúmenes extraídos del pre-- dio al momento de hacer el acta de paso de año.

Al obtener la tabla local de volúmenes, se puede cuantifi-- car con más exactitud el volúmen de la área sujeta a estu-- dio y de esta manera darle el manejo más idóneo.

## RECOMENDACIONES

La metodología empleada en el presente trabajo, para determinar la distribución de productos, la relación diámetro a la altura del pecho, diámetro tocón y la tabla local de volúmenes, es recomendable, para la realización de estudios similares, recomendando que puede no ser la más adecuada, por lo que no se debe considerar como una guía única, sino que es flexible y se tendrá que ajustar a las diferentes condiciones locales bajo las que se trabaje.

Es importante que se determine en todas las áreas del país donde se realizan aprovechamientos forestales la distribución de productos ya que esta manera se buscará el tipo de industria que es más conveniente establecer para esa zona en particular, todo esto con la finalidad de lograr el aprovechamiento integral del recurso forestal.

Promover y/o fomentar el establecimiento de pequeños talleres que aprovechara completamente las puntas y ramas que por lo regular se quedan en el monte.

Además se debe mejorar las técnicas de extracción, para evitar al máximo que las trozas sean dañadas, por otro lado los fustes deben ser aprovechados de tal manera que den el mayor número de trozas posible, para lograr esto se necesita estar capacitando constantemente al personal.

## VII. RESUMEN

En el presente documento se menciona todo el proceso, para elaborar una distribución de productos, la relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho así como una tabla local de volúmenes. El lugar donde se desarrollaron las actividades es en el predio Germania, municipio de la Independencia, Chiapas.

Se hace el uso de la metodología establecidas por las unidades de administración forestal, para la realización de dicho estudio, y sobre todo se detalla la metodología dándole un enfoque de guía para la enseñanza. Los resultados que nos proporciona la distribución de productos nos permiten ejercer un adecuado control en el traslado de volúmenes de madera del monte a las diferentes industrias y estimar los porcentajes de volúmenes que habrán de ser transformados en diferentes productos. La relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho, una vez que la conocemos nos permite calcular a partir del primer diámetro, los volúmenes extraídos del predio sujeto a estudio. La tabla local de volúmenes una vez que la obtenemos se puede estimar el volumen del arbolado existente y en base a éste se planea el manejo de la masa forestal.

La secuela para la obtención de una distribución de productos, la relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho y la tabla local de volúmenes es la que se enumera a continuación.

1.- Se procede a realizar, la toma de datos de campo en la primer área de corta, en las categorías diamétricas de 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, y 85 cm muestreado se 10 árboles para cada una de las categorías ya mencionadas, esto se realiza inmediatamente después de derribar el arbolado.

- 2.- La distribución de productos se realiza, basándose en el tipo de industrias que es necesario abastecer y en las características de la madera existente en el monte.
- 2.1.1.- A los 100 árboles muestreados se les midió el diámetro a la altura del pecho y altura total de cada uno.
- 2.2.1.- Posteriormente se trazan con crayones trozas de acuerdo a sus dimensiones y calidad agrupándolas en primarios, secundarios y celulosicos.—
- 2.3.1.- En seguida se procede a calcular por medio de la fórmula de Huber los volúmenes en las trozas y a partir de estos calculamos el porcentaje que corresponde a cada uno de los productos mencionados en el inciso anterior.
- 3.- La relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho, se realizó en los mismos árboles que se efectuó la distribución de productos.
- 3.1.- Se procedió a medirseles el diámetro tocón con corteza y diámetro a la altura del pecho con corteza—información que se anota en su categoría diamétrica correspondiente.
- 3.2.- Una vez que se tiene concentrados los datos se procede a graficarlos, considerando en el eje de las ordenadas el diámetro a la altura del pecho y en el eje de las abscisas el diámetro del tocón, —posteriormente, se observa que tendencia sigue el diagrama de dispersión, para que base a esto buscar la ecuación que defina la figura.
- 3.3.- En seguida se calculan las constantes de regresión para que de esta manera encontremos la ecuación — que nos proporcione la mejor línea de ajuste, para representar la relación ya mencionada.



- 3.4.- Por último se realiza el análisis de varianza, para el modelo matemático utilizado.
- 4.- La tabla local o tarifa de volúmenes, se realizo en los árboles mencionados en el punto anterior a los cuales, se les midió, el diámetro normal, longitud total, diámetro medio y longitud en cada troza, en en puntas y ramas se midió diámetro y longitud, se cubicaron de acuerdo a la fórmula de Huber.
- 4.1.- Una vez calculados los volúmenes de cada troza, puntas y ramas, los sumamos y obtenemos el volumen individual árbol, se promedian los diez de cada categoría diamétrica y obtenemos el volumen medio, mismo que se grafica considerando en el eje de las abscisas las categorías diamétricas de 5 en 5 cm y en el eje de las ordenadas los volúmenes medios, en seguida se observa la tendencia que sigue el diagrama de dispersión, para que en base a esto buscar la ecuación que defina la figura.
- 4.2.- Posteriormente se calculan las constantes de regresión para que de esta manera encontremos la ecuación que nos proporcione la mejor línea de ajuste, para representar la relación ya mencionada.
- 4.3.- Finalmente se realiza el análisis de varianza para el modelo matemático utilizado.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

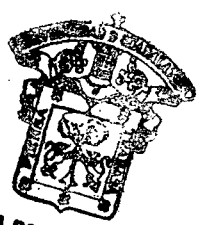
- 1.- BRUCE, D.: P. Schumacher, 1965. Medición Forestal. Herrero. 474 pp. México.
- 2.- BERTRAM H. 1971. Planificación de un Inventario Forestal. FAO. 135 pp. Roma.
- 3.- BADIA, T., I. 1980. Cubicación de Maderas. Sintet. 112 pp. Barcelona, España.
- 4.- CABALLERO D., M. 1963. Estadística Práctica para Dasonomos Dirección General del Inventario Nacional Forestal, Pub. No. 26. 195 pp. México.
- 5.- CALZADA B., J. 1970. Métodos Estadísticos para la Investigación, 3<sup>a</sup> Ed. 321 pp. Lima, Perú.
- 6.- CABALLERO D., M. 1975. Dasometría en Inventarios Forestales. Curso de Capacitación FAO/FINLANDIA. 29 pp. Mérida, Venezuela.
- 7.- ----- 1976. Análisis de un caso práctico, relativo a la elaboración de tablas de volúmenes de aplicación directa a rodales. Dirección General del Inventario Nacional Forestal Pub. No. 35. 53 pp. México.
- 8.- ----- 1980. Métodos en la Investigación Forestal INIF-SFP Pub. Esp. No. 10. 118 pp. México.
- 9.- CABALLIDO, M., et. al., 1981. Guía de Planeación y Control de las actividades forestales. SEP 266 pp. México.

- 10.- DE LASSE M., R. 1966. Observaciones sobre la relación diámetro a 0.30 metros, diámetro a 1.30 metros. Tesis profesional, Dto. de Bosques E.N.A. 120 pp. Chapingo, México.
- 11.- DOMINGUEZ C., R. 1970. Metodología aplicada en el cálculo de la posibilidad anual de trocería para chapa en la Unidad de Ordenación Forestal Ponderosa en Chihuahua. Tesis Profesional, Dto. de Bosques, - EN.A. 197 pp. Chapingo, México.
- 12.- GRAHAM, A. 1973. The Phytogeography and vegetation of Chiapas México. Departament of Botany Academy of Sciences 165 pp. San Francisco Calif. (U.S.A.)
- 13.- HAWLEY, R. y D. Smith. 1972. Silvicultura práctica, Ed. Omega, 535 pp. Barcelona, España.
- 14.- KLEPAC D. 1976. Crecimiento e Incremento de masas Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo. 365 - pp. México.
- 15.- LEAL R. y R. Mendoza. 1966. Comportamiento de Bosques de Pino, después de la primera corta comercial, Investigación Forestal en la Unidad Industrial de Explotación Forestal Michoacana de Occidente. 36 - pp. México.
- 16.- MARTINEZ M. 1948. Los pinos mexicanos. Ed. Botas. - 361 pp. México.
- 17.- MORENO G. y A. Alvarez. 1979. Estadística Básica. - Universidad de Guadalajara. 182 pp. México.
- 18.- MENDOZA B. y M. 1983. Conceptos básicos de manejo forestal Universidad Autónoma de Chapingo. 118 pp. México.

- 19.- NEVAREZ Ch., D. 1983. Apuntes del curso de ordenación de Montes. Universidad Autónoma de Chihuahua. 146 pp. México.
- 20.- PADILLA G., H. 1981. Glosario práctico de términos forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. 85 pp. México.
- 21.- RALUY P., A. 1970. Diccionario Porrúa de la lengua Española. Porrúa. 349 pp. México.
- 22.- RZEDOWSKI J. 1978. Vegetación de México. Limusa. 42 pp. México.
- 23.- RIVERO B. P. 1983. Modelos para toma de decisiones. Universidad Autónoma de Chapingo. Bol. Tec. No. 142 pp. México.
- 24.- RODRIGUEZ F., C. et. al. 1984. Comparación de cuatro modelos matemáticos que representan la relación diámetro tocón-diámetro normal para *Pinus patula* - Schiletcham., en San Cayetano, Edo. de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Bol. Tec. No. 101. 34 pp. México.
- 25.- SOSA C., R. 1969. Estudio comparativo de la obtención de coeficiente de productos primarios por medición directa y usando tablas de volúmenes como referencia. Tesis profesional Depto. de Bosques Universidad Autónoma de Chapingo. 33 pp. México.
- 26.- SPIEGEL, M. 1983. Estadística. Mc Grow Hill, 357 pp. México.
- 27.- VERUETTE G., J. 1963. Elaboración de una tabla fotogramétrica de volúmenes para los bosques de coníferas del Edo. de Durango, Inventario Nacional Forestal. Bol. Tec. No. 5. 21 pp. México.

- 28.- TREVIÑO G., J. 1963. Apuntes de Dendrometría. -  
Depto. de Bosques, E.N.A. 227 pp. Chapingo, México.
- 29.- VALDOVINOS G. y J. GAMEZ, 1985. Estudio Desonómico  
fotogramétrico del Ejido Tenango, Mpio. de Ocosin-  
go del Edo. de Chiapas. Tesis Profesional, Depto.  
de Bosques. Universidad de Guadalajara. 169 pp. -  
México.
- 30.- ZAMUDIO S. E. 1977. Apuntes de producción de Chapa  
y contrachapado. Depto. de Bosques E.N.A. 175 pp.  
Chapingo, México.
- 31.- ZAOMORA S., C. 1981. Algunos aspectos sobre Pinus  
ocarpa Shiede en el Edo. de Chiapas. Ciencia Fo-  
restal No. 32 INIF. 53 pp. México.

IX.- A P E N D I C E

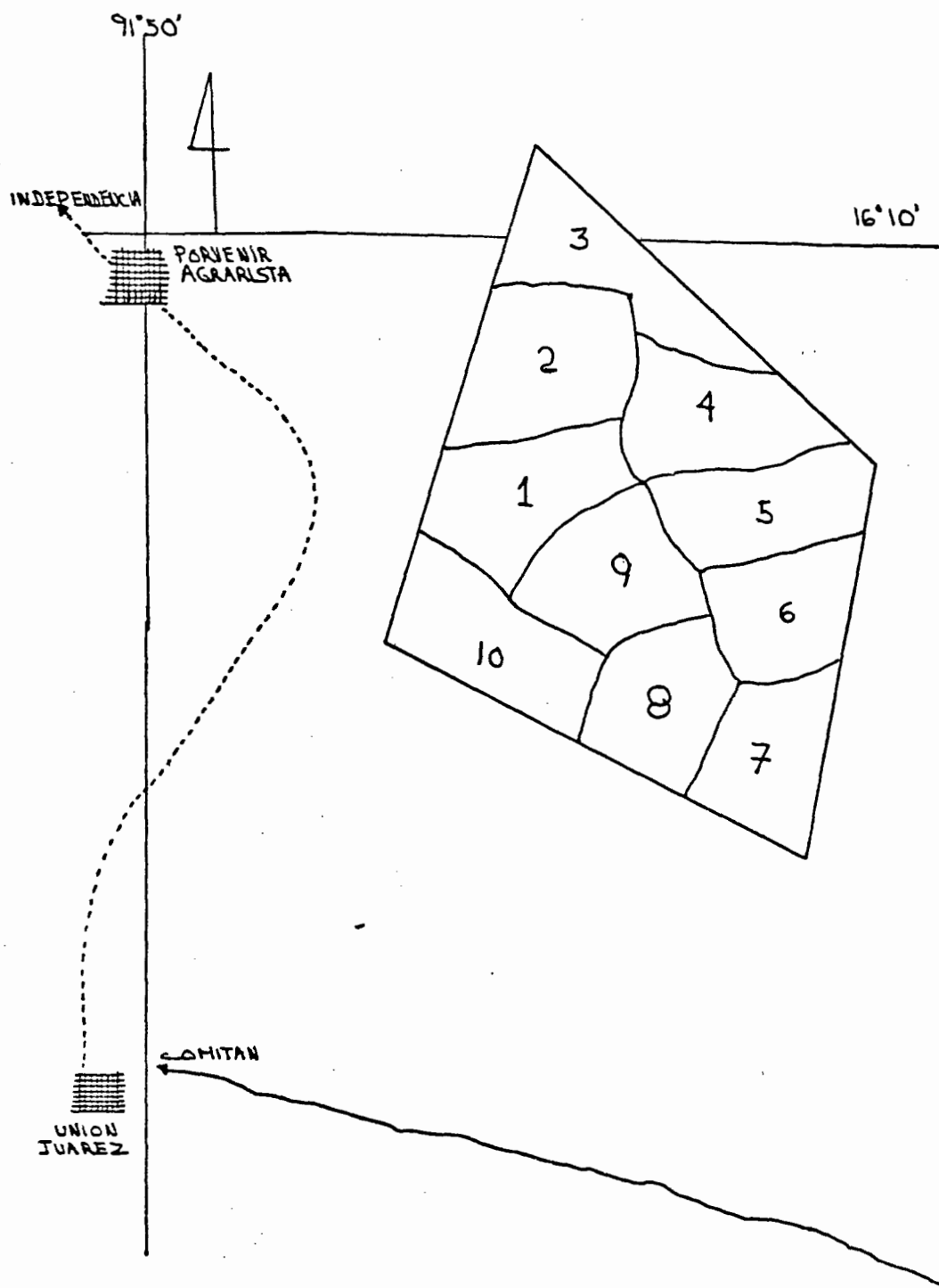


ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## INDICE DE APENDICE

	Página.
Apendice No. 1 Plano de áreas de corta del Predio Germania. . . . .	56
Apendice No. 2 Forma de registro para distribución de productos, tabla local de volúmenes y relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho. . . . .	57
Apendice No. 3 Concentrado de datos de campo de la relación diámetro tocón-diámetro a la altura del pecho . . . . .	58
Apendice No. 4 Distribución de productos individual - de las categorías diamétricas de 40,45 50, 55, 60, 70, 75, 80, y 85. . . . .	60
Apendice No. 5 Distribución de productos por categoría diamétrica . . . . .	70
Apendice No. 6 Sustituciones en la ecuación $Y = -2.2800 + Y = -0.9307 X$ . . . . .	71
Apendice No. 7 Cuadro de construcción para el cálculo de las constantes de regresión de la tabla local o tarifa de volúmenes. . .	72

Apéndice No. I Areas de corta del Predio Germania.





Apendice No. 2

No. \_\_\_\_\_

**REGISTRO PARA DISTRIBUCION DE PRODUCTOS TABLA DE VOLUMENES Y  
RELACION D.T. /D.A.P.**

Predio GERMANIA MPIO. INDEPENDENCIA

Arbol No. <u>5</u>		H.T. <u>35.42 Mts.</u>					
Edad <u>87 años</u>		Sp. <u>P. OOCARPA SCHIEDE.</u>					
D.T. <u>80 Cms.</u>		D.A.P. <u>75 Cms.</u>					
Troza	Dcc	Gc	Dsc	Long.	Vol. Sc.	Vol. Cc.	T. P.
1 P*	75	100	55	2.60	0.6177	1.1486	Triplay
2 P	60	60	48	2.60	0.4704	0.7351	Triplay
3 P	55	60	43	2.60	0.3775	0.6177	Triplay
4 P	50	35	43	2.60	0.2775	0.5105	Truplay
5 P	50	25	45	2.60	0.4135	0.5105	Aserrio
6 P	45	20	41	2.60	0.3432	0.4135	Aserrio
7 P	40	20	36	2.60	0.2646	0.3267	Aserrio
8 P	40	15	37	2.60	0.2795	0.3267	Aserrio
9 P	35	15	32	2.60	0.2091	0.2501	Aserrio
10 P	30	15	27	2.60	0.1488	0.1837	Aserrio
1 S**	20	10	18	1.92	0.0488	0.0603	Aserrio
Volumen desperdicios (Puntas y Ramas)					0.1289	M <sup>3</sup>	Rcc.
Volumen Total Rcc.					5.0834 + 0.1289	= 5.2123	M <sup>3</sup> Rcc.
Volumen Total Rsc					3.5506 + 0.1289	= 3.6795	M <sup>3</sup> Rsc.

\* P = Primarios  
 \*\* S = Secundarios  
 Dcc = Diámetro con Corteza  
 Gc = Gruesor Corteza  
 Dsc = Diámetro sin Corteza  
 Long = Longitud  
 Vol.Sc. = Volumen sin Corteza

Vol.Cc. = Volumen con Corteza  
 T.P. = Tipo de Producto  
 Rcc = Rollo con Corteza  
 Rsc = Rollo sin Corteza.







Apéndice No. 4

DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS INDIVIDUAL

ESPECIE: PINUS OCCARPA

CAT. DIAM. 45 CM.

61

PRIMARIOS						SECUNDARIOS		DESPERDICIOS						VOLUMEN TOTAL			
TRIPLAY		ASERRIO		TOTAL		ASERRIO		CORTEZA		PUNTAS Y RAMAS		TOTAL		M3 Rsc	M3 Rc		
VOL. M3		VOL. M3		VOL. M3		VOL. M3		VOL. M3		VOL. M3		VOL. M3					
Rsc		- Rsc		Rsc		Rsc											
1	- - -	- - -	1.2797	62.96	1.2797	62.96	0.3157	15.53	0.3687	18.14	0.0686	3.37	0.4373	21.51	1.6640	2.0327	100
2	- - -	- - -	1.2797	65.08	1.2797	65.08	0.2534	12.88	0.3619	18.40	0.0714	3.63	0.4333	22.03	1.6045	1.9664	99.99
3	0.6078	22.47	1.5484	57.23	2.1562	79.70	0.0868	3.21	0.3377	12.48	0.1247	4.61	0.4624	17.09	2.3677	2.7054	100
4	- - -	- -	1.3679	71.97	1.3679	71.97	0.0623	3.29	0.3369	17.73	0.1334	7.02	0.4703	24.75	1.5636	1.9005	100
5	0.2646	10.39	1.5046	59.09	1.7692	69.48	0.2534	9.95	0.3528	13.85	0.1709	6.71	0.5237	20.57	2.1935	2.5463	100
6	0.2501	10.01	1.4403	57.67	1.6904	67.68	0.2765	11.07	0.3491	13.98	0.1816	7.27	0.5307	21.25	2.1485	2.4976	100
7	- - -	- -	1.4687	70.44	1.4687	70.44	0.1990	9.54	0.3522	16.89	0.0652	3.13	0.4174	20.02	1.7329	2.0851	100
8	- - -	- -	1.4948	66.00	1.4948	66.00	0.3093	13.66	0.3672	16.21	0.0934	4.12	0.4606	20.34	1.8975	2.2647	100
9	0.7147	28.98	1.2406	50.30	1.9553	79.28	0.1019	4.13	0.3341	13.54	0.0751	3.04	0.4092	16.58	2.1323	2.4664	99.99
10	- - -	- -	1.2746	64.52	1.2746	64.52	0.1691	8.56	0.3425	17.34	0.1894	9.59	0.5319	26.92	1.6331	1.9756	100
X	0.1837	7.18	1.3899	62.52	1.5736	69.71	0.2027	9.18	0.3503	15.85	0.1174	5.24	0.4677	21.10	1.8937	2.2440	99.99
PROPUESTO	7		63		70		9		16		5		21				100

## DISTRIBUCION DE PRODUCTOS INDIVIDUAL

Apendice No. 4

ESPECIE: P. OOCARPA.

CAT. DIM.

50

PRIMARIOS						SECUNDARIOS				DES PERDICIOS						VOLUMEN TOTAL		
TRIPLAY		ASERRIO		TOTAL		ASERRIO		CORTEZA		PUNTAS Y RAMAS		TOTAL		M3 Rsc	M3 Rc	%		
VOL. M3	%	VOL. M3	%	VOL. M3	%	VOL. M3	%	VOL. M3	%	VOL. M3	%	VOL. M3	%	M3 Rsc	M3 Rc	%		
Rsc		- Rsc		Rsc		Rsc												
1	0.6537	25.16	1.1803	45.44	1.8340	70.60	0.1539	5.92	0.5284	20.34	0.0814	3.13	0.6098	23.47	2.0693	2.5977	99.99	
2	0.6372	25.25	0.9464	37.51	1.5836	62.76	0.2534	10.04	0.4890	19.38	0.1971	7.81	0.6861	27.19	2.0341	2.5231	99.99	
3	1.0833	39.70	0.9722	35.62	2.0555	75.33	0.2083	7.63	0.3400	12.46	0.1250	4.58	0.4650	17.04	2.3888	2.7288	100	
4	0.3953	14.63	1.6980	62.86	2.0933	77.50	0.2613	9.67	0.2301	8.52	0.1164	4.30	0.3465	12.83	2.4710	2.7011	100	
5	-----	----	1.8249	65.07	1.8249	65.07	0.4854	17.31	0.3691	13.16	0.1250	4.46	0.4941	17.62	2.4353	2.8044	100	
6	0.8593	32.60	1.0033	38.06	1.8626	70.67	0.2271	8.62	0.4304	16.33	0.1156	4.38	0.5460	20.71	2.2053	2.6357	100	
7	0.3432	13.32	1.5397	59.77	1.8829	73.09	0.2250	8.73	0.3196	12.41	0.1486	5.77	0.4682	18.17	2.2565	2.5761	99.99	
8	-----	----	1.9576	70.28	1.9576	70.28	0.3412	12.25	0.3541	12.71	0.1325	4.76	0.4866	17.47	2.4313	2.7854	100	
9	0.6728	26.20	1.2543	48.85	1.9271	75.05	0.1367	5.32	0.3958	15.41	0.1082	4.21	0.5040	19.63	2.1720	2.5678	100	
10	0.6880	24.20	1.2625	44.41	1.9505	68.61	0.3955	13.91	0.3806	13.39	0.1163	4.09	0.4969	17.47	2.4623	2.8429	99.99	
X	0.5333	19.60	1.3639	50.79	1.8972	70.90	0.2688	9.94	0.3837	14.41	0.1266	5.25	0.05103	19.16	2.2926	2.6763	99.99	
PROPUESTO		20		51		71		10		14		5		19			100	

## DISTRIBUCION DE PRODUCTOS INDIVIDUAL

Apendice No. 4

ESPECIE: P. 00 CARPA

CNT. DIAM.

55

PRIMARIOS						SECUNDARIOS		DESPERDICIOS						VOLUMEN TOTAL			
TRIPLAY		ASERRIO		TOTAL		ASERRIO		CORTEZA		PUNTAS Y RAMAS		TOTAL		M3 Rsc	M3 R c		
VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc		VOL. M3		VOL. M3		VOL. M3					
1	0.6966	24.80	1.3171	46.90	2.0137	71.70	0.0868	3.09	0.4972	17.70	0.2107	7.5	0.7079	25.21	2.3112	2.8084	100
2	0.8581	27.69	1.1820	38.14	2.0402	65.83	0.1785	5.76	0.7757	25.03	0.1044	3.37	0.8804	28.41	2.3235	3.0991	100
3	-	-	1.6404	56.21	1.6404	56.21	0.5294	18.14	0.5843	20.02	0.1643	5.63	0.7486	25.65	2.3341	2.9184	100
4	0.9719	35.55	0.9658	35.33	1.9377	70.88	0.1883	6.89	0.4513	16.51	0.1564	5.72	0.6077	22.23	2.2825	2.7337	100
5	1.0404	38.74	0.9722	36.20	2.0126	74.94	0.2533	9.43	0.3156	11.75	0.1039	3.87	0.4195	15.62	2.3698	2.6854	100
6	0.9635	27.98	1.5377	44.65	2.5012	72.63	0.2345	6.81	0.5658	16.43	0.1425	4.14	0.7080	20.56	2.8779	3.4437	100
7	0.6637	23.85	1.3632	48.99	2.0269	72.84	0.1066	3.83	0.4622	16.61	0.1870	6.72	0.6492	23.33	2.3205	2.7827	100
8	-	-	1.8497	58.53	1.8497	58.53	0.5243	16.59	0.5717	18.09	0.2145	6.79	0.7862	24.88	2.5885	3.1602	100
9	1.1668	34.40	1.0993	32.41	2.2661	66.81	0.2313	6.82	0.7520	22.17	0.1424	4.20	0.8944	26.37	2.6398	3.3918	100
10	0.8608	29.74	1.2332	42.21	2.1020	71.95	0.3123	10.69	0.3740	12.80	0.1332	4.56	0.5072	17.36	2.5473	2.9213	100
X	0.7229	24.27	1.3161	43.96	2.0390	68.23	0.2645	8.80	0.5350	17.71	0.1559	5.25	0.6909	22.96	2.4595	2.9944	100
PROPUESTO	24		44		68		9		18		5		23				100

DISTRIBUCION DE PRODUCTOS INDIVIDUAL

Apéndice No. 4

ESPECIE: P. OOCARPA

CAT. DIAM.

60

CM.

PRIMARIOS						SECUNDARIOS			DESPERDICIOS						VOLUMEN TOTAL		
TRIPLAY		ASERRIO		TOTAL		ASERRIO		CORTEZA		PUNTAS Y RAMAS		TOTAL		M3 Rsc	M3 R c		
VOL. M3		VOL. M3		VOL. M3		VOL. M3		VOL. M3		VOL. M3		VOL. M3		M3 Rsc	M3 R c		
Rsc		Rsc		Rsc		Rsc											
1	1.0007	25.55	1.8807	48.01	2.8814	73.57	0.1539	3.93	0.5976	15.26	0.2837	7.24	0.8813	22.50	3.3190	3.9166	100
2	0.9689	32.53	1.1984	40.24	2.1673	72.77	0.1539	5.17	0.4924	16.53	0.1646	5.53	0.6570	22.06	2.4858	2.9782	100
3	0.8657	29.08	1.2123	40.72	2.0780	69.79	0.1539	5.17	0.5817	19.54	0.1637	5.50	0.7454	25.04	2.3956	2.9773	100
4	0.4510	11.50	2.3115	58.96	2.7625	70.47	0.1539	3.92	0.6964	17.76	0.3074	7.84	1.0038	25.60	3.2238	3.9202	99.9
5	0.8479	26.25	1.2294	38.06	2.0773	64.30	0.2321	7.18	0.6526	20.20	0.2684	8.31	0.9210	28.51	2.5778	3.2304	99.99
6	0.9809	26.40	1.7503	47.10	2.7312	73.50	0.1483	3.99	0.4580	12.32	0.3763	10.18	0.8363	22.51	3.2578	3.7158	100
7	0.4704	16.09	1.3431	45.94	1.8135	62.03	0.2423	8.28	0.6815	23.31	0.1862	6.37	0.8677	29.68	2.2420	2.9235	99.9
8	0.8856	24.73	1.6628	46.43	2.5484	71.17	0.1539	4.30	0.5626	15.71	0.3158	8.82	0.8784	24.53	3.0131	3.5807	100
9	0.9871	31.00	1.2496	39.25	2.2367	70.26	0.1579	4.83	0.4997	15.69	0.2932	9.21	0.7929	24.90	2.6838	3.1835	99.99
10	0.9689	25.78	1.8270	48.60	2.7959	74.38	0.2472	6.57	0.4256	11.32	0.2901	7.72	0.7157	19.04	3.3332	3.7588	99.99
X	0.8427	24.89	1.5665	45.33	2.4092	70.22	0.1793	5.33	0.5648	16.76	0.2651	7.64	0.8300	24.43	2.8537	3.4185	
PROPUESTO	25		45		70		5		17		8		25				100



## DISTRIBUCION DE PRODUCTOS INDIVIDUAL

Apendice No. 4

ESPECIE: P. OCCARUA

CAT. DIAM.

65

CM.

P R I M A R I O S						SECUNDARIOS		D E S P E R D I C I O S						V O L U M E N			
TRIPLAY		ASERRIO		TOTAL		ASERRIO		CORTEZA		PUNTIAS Y RAMAS		TOTAL		T O T A L			
VOL. M3	Rsc	VOL. M3	Rsc	VOL. M3	Rsc	VOL. M3	Rsc	VOL. M3	Rsc	VOL. M3	Rsc	VOL. M3	Rsc	M3	Rc		
1	-----	---	2.3757	72.83	2.3757	72.83	0.0995	3.05	0.5308	16.27	0.2560	7.85	0.7868	24.12	2.7312	3.2620	100
2	2.3612	46.43	1.3894	27.32	3.7506	73.76	0.0544	1.07	1.1473	22.56	0.1328	2.61	2.801	25.17	3.9378	5.0851	100
3	1.4362	37.95	1.2469	32.95	2.6831	70.91	0.2083	5.50	0.7119	18.81	0.1807	4.78	0.8926	23.59	3.0721	3.7840	100
4	1.1536	27.42	2.0933	49.77	3.2469	77.19	0.1618	3.85	0.6466	15.37	0.1509	3.59	0.7975	18.96	3.5596	4.2062	100
5	1.0687	32.96	1.2987	40.05	2.3674	73.02	0.2241	6.91	0.4641	14.31	0.1865	5.75	0.6506	20.07	2.7780	3.2421	99.99
6	1.2851	32.73	1.7634	44.92	3.0485	77.65	0.1547	3.94	0.5702	14.52	0.1524	3.880	0.7226	18.40	3.3556	3.9258	99.99
7	1.0881	31.33	1.3786	39.70	2.4667	71.04	0.2630	7.57	0.4927	14.19	0.2496	7.19	0.7426	21.39	2.9793	3.4720	99.99
8	2.3427	48.75	1.1583	24.10	3.5010	72.86	0.0528	1.09	1.1276	23.47	0.1237	2.57	1.2513	26.04	3.6775	4.8051	99.99
9	1.0769	28.61	1.6851	44.78	2.7620	73.40	0.2452	6.51	0.6523	17.33	0.1033	2.74	0.7556	20.08	3.1105	3.7628	99.99
10	-----	----	2.5364	72.56	2.5364	72.56	0.1368	3.91	0.5914	16.91	0.2311	6.61	0.8225	23.52	2.9043	3.4957	99.99
X	1.1812	28.62	1.6926	44.90	2.8738	73.52	0.1600	4.34	0.6935	17.37	0.1767	4.76	0.8702	22.13	3.2105	3.9040	100
PROPUESTO	29		45		74		4		17		5		22				100

	PRIMARIOS						SECUNDARIOS		DES PERDICIOS						VOLUMEN TOTAL		
	TRIPLAY		ASERRIO		TOTAL		ASERRIO		CORTEZA		PUNTAS Y RAMAS		TOTAL		M3 Rsc	M3 Rc	%
	VOL. M3 Rsc	%	VOL. M3 - Rsc	%	VOL. M3 Rsc	%	VOL. M3 Rsc	%	VOL. M3	%	VOL. M3	%	VOL. M3	%			
1	3.1077	59.13	0.8564	16.30	3.9641	75.43	0.0623	1.18	0.6352	12.08	0.5936	11.29	1.2288	23.30	4.6200	5.2552	99.99
2	3.4615	65.21	0.8376	15.78	4.2991	81.00	0.0868	1.63	0.8317	15.67	0.0900	1.69	0.9217	17.36	4.4759	5.3076	99.99
3	1.8470	43.13	1.0207	23.83	2.8677	66.97	0.1529	3.59	1.0163	23.73	0.2440	5.70	1.2603	29.43	3.2656	4.2819	99.99
4	2.7860	52.60	1.4305	27.00	4.2165	79.60	0.1412	2.67	0.8565	16.17	0.0832	1.57	0.9397	17.73	4.4409	5.2974	100
5	0.6397	16.72	1.8744	40.00	2.5141	65.73	0.0914	2.39	1.1348	29.67	0.0844	2.20	1.2192	31.88	2.6899	3.8247	100
6	2.4258	48.19	1.1073	22.00	3.5331	70.19	0.6190	13.89	0.6742	13.39	0.1275	2.53	0.8017	15.92	4.3596	5.0338	100
7	2.9681	57.68	0.9504	18.47	3.9185	76.15	0.0754	1.46	0.6279	12.20	0.5239	10.18	1.1518	22.38	4.5178	5.1457	99.99
8	1.1058	26.40	1.9071	45.54	3.0129	71.95	0.1658	3.96	0.7960	19.00	0.2126	5.07	1.0086	24.07	3.3913	4.1873	99.99
9	2.8739	61.79	0.8058	17.32	3.6797	79.11	0.2753	5.91	0.6025	12.95	0.0933	2.00	0.6958	14.96	4.0493	4.6508	99.99
10	1.9473	45.31	1.0318	24.01	2.9791	69.32	0.1631	3.79	0.8293	19.30	0.3258	7.58	1.1551	26.88	3.4680	4.2973	99.99
X	2.3163	47.61	1.1822	25.92	3.4985	73.54	0.1914	4.04	0.8004	17.41	0.2378	4.98	1.0382	22.40	3.9277	4.7281	
PROPUESTO	48		26		74		4		17		5		22				100

Apendice No. 4

## DISTRIBUCION DE PRODUCTOS INDIVIDUAL

ESPECIE: P. OOCARPA.

CAT. DIM. \_\_\_\_\_

75

CM.

PRIMARIOS						SECUNDARIOS			DES PERDICIOS						VOLUMEN TOTAL		
TRIPLAY		ASERRIO		TOTAL		ASERRIO			CORTEZA		PUNIAS Y RAMAS		TOTAL		M3 Rsc	M3 Rc	
VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc			VOL. M3		VOL. M3		VOL. M3				
1	1.5030	26.26	3.2030	55.97	4.7060	82.23	0.1539	2.69	0.6246	10.91	0.2380	4.16	0.8626	15.07	5.0979	5.7225	99.99
2	2.4442	46.39	0.9559	18.14	3.4001	64.52	0.1539	2.92	1.4417	27.36	0.2736	5.19	1.7153	32.55	3.8276	5.2693	99.99
3	2.4832	44.01	1.5119	26.80	3.9951	70.81	0.1539	2.72	1.3309	23.59	0.1618	2.87	1.4927	26.46	4.3108	5.6417	99.99
4	1.1729	24.56	2.1447	44.87	3.3186	69.43	0.1458	3.05	1.1843	24.79	0.1309	2.73	1.3152	27.52	3.5953	4.7796	100
5	1.8431	35.36	1.6587	31.82	3.5018	67.18	0.0488	0.94	1.5328	29.41	0.1289	2.47	1.6617	31.88	3.6795	5.2123	100
6	2.3719	44.16	1.0825	20.15	3.4544	64.31	0.2997	5.58	1.4642	27.26	0.1525	2.83	1.6167	30.10	3.9066	5.3708	99.99
7	1.2730	25.68	2.2926	46.24	3.5656	71.92	0.1864	3.76	1.0581	21.34	0.1472	2.97	1.2053	24.31	3.8992	4.9573	99.99
8	1.4671	26.54	3.1472	56.94	4.6143	83.48	0.1970	3.56	0.6053	10.95	0.1105	2.00	0.7158	12.95	4.9218	5.5271	99.99
9	2.6708	46.35	1.4318	24.85	4.1026	71.21	0.1738	3.01	1.3174	22.87	0.1674	2.90	1.4848	25.77	4.4438	5.7612	99.99
10	1.3199	27.28	2.0957	43.32	3.4156	70.60	0.1631	3.37	1.0856	22.44	0.1732	3.58	1.2588	26.02	3.7519	4.8375	99.99
X	1.8550	34.95	1.9524	36.78	3.8074	71.73	0.1676	3.16	1.1644	21.94	0.1684	3.17	1.3328	25.11	4.1434	5.3079	100
PROPUESTO	35		37		72		3		22		3		25				100

PRIMARIOS						SECUNDARIOS		DESPERDICIOS						VOLUMEN TOTAL			
TRIPLAY		ASERRIO		TOTAL		ASERRIO		CORTEZA		PUNYAS Y RAMAS		TOTAL		M3 Rsc	M3 Rc		
VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc		M3 Rsc	M3 Rc		
1	2.0704	35.38	1.7082	29.19	3.7787	64.57	0.3687	6.30	1.3383	22.87	0.3658	6.25	1.7041	29.12	4.5132	5.8515	100
2	2.8347	40.28	1.9776	28.10	4.8123	68.38	0.2575	3.66	1.7460	24.81	0.2216	3.15	1.9677	27.96	5.2915	7.0375	100
3	2.2420	35.57	2.7167	43.10	4.9587	78.67	0.2704	4.29	0.9190	14.58	0.1550	2.46	1.0740	17.04	5.3841	6.3031	100
4	2.3237	37.98	1.6293	26.63	3.9530	64.61	0.5500	8.99	1.3729	22.44	0.2416	3.95	1.6146	26.39	4.7447	6.1176	99.99
5	2.4484	41.33	1.8862	31.84	4.3347	73.17	0.2831	4.78	1.0864	18.34	0.2197	3.71	1.3062	22.05	4.8376	5.9240	100
6	2.5037	39.81	2.5647	40.78	5.0685	80.59	0.2628	4.18	0.7999	12.72	0.1578	2.51	0.9578	15.23	5.4892	6.2891	100
7	2.0886	35.79	1.5523	26.60	3.6409	62.39	0.4621	7.92	1.5564	26.67	0.1762	3.02	1.7326	29.69	4.2792	5.8356	100
8	1.9498	31.84	2.0183	32.96	3.9681	64.80	0.3258	5.32	1.5230	24.87	0.3067	5.01	1.8297	29.88	4.6007	6.1237	100
9	2.1845	36.55	1.8611	31.14	4.0456	67.69	0.2145	3.59	1.4631	24.48	0.2534	4.24	1.7165	28.72	4.5135	5.9766	100
10	2.2869	39.01	1.6168	27.58	3.9037	66.59	0.2561	4.37	1.5200	25.93	0.1817	3.10	1.7018	29.03	4.3416	5.8616	100
X	2.2933	37.35	1.9531	31.89	4.2464	69.14	0.3251	5.34	1.3325	21.77	0.2279	3.74	1.5605	25.51	4.7995	6.1320	100
PROPUESTO	37		32		69			5		22		4		26			100

Apendice No. 4

## DISTRIBUCION DE PRODUCTOS INDIVIDUAL

ESPECIE: P. OOCARPACAT. DIAM. 85 CM.

PRIMARIOS						SECUNDARIOS			DES PERDICIOS						VOLUMEN		
TRIPLAY		ASERRIO		TOTAL		ASERRIO			CORTEZA		PUNTAS Y RAMAS		TOTAL		TOTAL		
VOL. M3	Rsc	VOL. M3	Rsc	VOL. M3	Rsc	VOL. M3	Rsc		VOL. M3	Rsc	VOL. M3	Rsc	VOL. M3	Rsc	M3	Rsc	
1	3.5023	51.30	1.0459	15.32	4.5482	66.62	0.2130	3.12	1.9068	27.93	0.1590	2.33	2.0658	30.26	4.9202	6.8270	100
2	3.1644	43.82	2.0350	28.18	5.1994	72.00	0.2397	3.32	1.5287	21.17	0.2534	3.51	1.7821	24.68	5.6925	7.2212	100
3	3.7054	52.04	1.3792	19.37	5.0846	71.41	0.1908	2.68	1.6747	23.52	0.1701	2.39	1.8448	25.91	5.4455	7.1202	100
4	2.8540	38.95	2.4928	34.02	5.3468	72.97	0.0791	1.08	1.6713	22.81	0.2301	3.14	1.9014	25.95	5.6560	7.3273	100
5	3.5183	43.24	1.6176	19.88	5.1359	63.12	0.1895	2.33	2.4654	30.30	0.3458	4.25	2.8112	34.55	5.6712	8.1366	100
6	3.1652	47.09	1.2334	18.35	4.3986	65.44	0.1586	2.36	1.9614	29.18	0.2030	3.02	2.1644	32.20	4.7602	6.7216	100
7	3.2314	46.62	1.5902	22.95	4.8221	69.57	0.1822	2.63	1.6850	24.31	0.2412	3.48	1.9262	27.79	5.2455	6.9305	100
8	1.6767	23.86	3.4391	48.94	5.1158	72.80	0.2192	3.12	1.4708	20.93	0.2213	3.15	1.6921	24.08	5.5563	7.0271	100
9	2.7812	40.53	1.6057	23.40	4.3869	63.93	0.3643	5.31	1.9069	27.79	0.2038	2.97	2.1107	30.76	4.9550	6.8619	100
10	2.3092	34.33	2.0637	30.68	4.3730	65.01	0.2502	3.72	1.8942	28.16	0.2092	3.11	2.1034	31.27	4.8324	6.7266	100
$\bar{X}$	2.9908	42.17	1.8503	26.10	4.8411	68.28	0.2087	2.96	1.8165	25.61	0.2237	3.13	2.0402	28.74	5.2735	7.0900	
PROPUESTO	42		26		68		3		26		3		29				100

## DISTRIBUCION DE PRODUCTOS POR CATEGORIA DIAMETRICA.

No.

70 Apéndice No. 5

ESPECIE: P. OOCARPA

CAT. DIAM. 40-85

	PRIMARIOS						SECUNDARIOS		DES PERDICIOS						VOLUMEN TOTAL		
	TRIPLAY		ASERRIO		TOTAL		ASERRIO		CORTEZA		PUNTAS Y RAMAS		TOTAL		M3 Rsc	M3 Rsc	
	VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc		VOL. M3 Rsc		VOL. M3		VOL. M3		VOL. M3				
40	0.122R	7	0.7977	49	0.9205	56	0.3494	22	0.2647	16	0.1003	6	0.3650	22	1.3702	1.6349	100
45	0.1837	7	1.3899	63	1.5736	70	0.2027	9	0.3503	16	0.1174	5	0.4677	21	1.8937	2.2440	100
50	0.5333	20	1.3639	51	1.8972	71	0.2688	10	0.3837	14	0.1266	5	0.5103	19	2.2926	2.6763	100
55	0.7229	24	1.3161	44	2.0390	68	0.2245	9	0.5350	18	0.1559	5	0.6909	23	2.4595	2.9344	100
60	0.8427	25	1.5665	45	2.4092	70	0.1793	5	0.5646	17	0.2651	8	0.8300	25	2.8537	3.4185	100
65	1.1812	29	1.6926	45	2.8738	74	0.1600	4	0.6935	17	0.1767	5	0.8702	22	3.2105	3.9040	100
70	2.3163	48	1.1822	26	3.4985	74	0.1914	4	0.8004	17	0.2378	5	1.0382	22	3.9277	4.7281	100
75	1.8464	35	1.9531	37	3.7995	72	0.1676	3	1.1573	22	0.1693	3	1.3266	25	4.1365	5.3079	100
80	2.2933	37	1.9531	32	4.2464	69	0.3251	5	1.3325	22	0.2279	4	1.5602	26	4.7995	6.1320	100
85	2.9908	42	1.8503	26	4.8411	68	0.2087	3	1.8165	26	0.2237	3	2.0402	29	5.2735	7.0900	100
$\bar{x}$		27.4		41.8		69.2		7.4		18.5		4.9		23.4			
PROPUESTO		27		42		69		7		19		5		24			100

## Apendice No. 6

$$\text{Educación } Y = -2.2800 + 0.9307 X$$

	DT X	DAP Y	DISMINUCION DE CATEGORIA DIAMETRICA
Y= -2.2800 + 0.9307	40 =	34.9	1
"" " " "	45 =	39.6	1
"" " " "	50 =	44.2	1
"" " " "	55 =	48.9	1
"" " " "	60 =	53.5	1
"" " " "	65 =	58.2	1
"" " " "	70 =	62.8	2
"" " " "	75 =	67.5	2
"" " " "	80 =	72.1	2
"" " " "	85 =	76.8	2
"" " " "	90 =	81.4	2
"" " " "	95 =	86.1	2
"" " " "	100 =	90.7	2
"" " " "	105 =	95.4	2
"" " " "	110 =	100.0	2

## Apendice No. 7

Cuadro de construcción para el cálculo de las constantes de regresión.

DAP	VOL	LOG DAP	LOG VOL	(LOG DAP) <sup>2</sup>	(LOG VOL) <sup>2</sup>	LOG DAP
X	Y	LOG X	LOG Y	LOG X <sup>2</sup>	LOG Y <sup>2</sup>	LOG VOL
						log X
						log Y
40	1.6349	1.6020	0.2134	2.5664	0.0455	0.3418
45	2.2440	1.6532	0.3510	2.7330	0.1232	0.5802
50	2.6763	1.6939	0.4275	2.8862	0.1827	0.7262
55	2.9944	1.7403	0.4763	3.0286	0.2268	0.8289
60	3.4185	1.7781	0.5338	3.1616	0.2849	0.9451
65	3.9040	1.8129	0.5915	3.2866	0.3498	1.0723
70	4.7281	1.8500	0.6746	3.4040	0.4550	1.2446
75	5.3079	1.8750	0.7249	3.5156	0.5254	1.3591
80	6.1320	1.9031	0.7876	3.6217	0.6203	1.4988
85	7.0900	1.9294	0.8506	3.7225	0.7235	1.6411
		17.8379	5.6312	31.9262	3.5371	10.2421

Sustituyendo estos valores en las fórmulas de las constantes de regresión tenemos:

$$b = \frac{NE (\log X \log Y) - (E \log X E \log Y)}{NE (\log X^2) - (E \log X^2)} \quad b = 1.8408$$

$$\log a = \frac{E \log Y}{N} - \frac{b E \log X}{N} \quad \log a = -2.7205$$