

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE  
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES  
DEPARTAMENTO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL

TRABAJO DE DIPLOMA

ESTUDIO PRELIMINAR COMPARATIVO DE LA INDUSTRIA  
DE TRANSFORMACION PRIMARIA EN TRES ASERRADEROS  
DE MASAYA

AUTOR : Br. Eli Soraya Soza Jiménez.  
ASESOR : Ing. Norvin Sepúlveda Ruíz. M.Sc.  
CONSULTOR : Ing. Marcos Guatemala García. M.Sc.

MANAGUA , NICARAGUA 1990.

## DEDICATORIA

A mis padres : Isabel Jiménez Tórrez  
Jaime Soza Gutiérrez

A mis Hermanos : Ramón, Karla y María Amanda Soza Jiménez.

Por su amor, amistad y apoyo moral durante todos mis años de estudio.

A la Revolución Popular Sandinista, que brindó la oportunidad a nuestro pueblo, a la educación y formación profesional, reivindicando con ello el derecho a todos los nicaragüenses a desarrollar nuestra sociedad.

## INDICE

CONTENIDO	<u>PAGINA</u>
I. Introducción	1
II. Objetivos	8
III. Materiales y Métodos	9
3.1. Materiales	9
3.2. Métodos	9
IV. Resultados y Discusión	17
4.1. Resultados	17
4.2. Discusión	28
4.2.1. Cubicación de la madera en rollo.	28
4.2.2. Estimación del volumen de la madera aserrada	29
4.2.3. Coeficiente de aserrio	33
4.2.4. Pérdidas de madera	36
4.2.5. Especies procesadas y contenido de humedad	39
4.2.6. Control de calidad de la madera aserrada	40
4.2.7. Sistema operacional	43
4.2.8. Producción	44
4.2.9. Eficiencia	46
4.2.10. Diagrama de flujo	48
V. Conclusiones	49
VI. Recomendaciones	51
VII. Bibliografía	52
VIII. Anexos	56

## INDICE DE CUADROS

CUADRO Nº :	PAGINA
1.- Producción y capacidad instalada de los aserraderos.	14
2.- Recursos disponibles en los aserraderos.	15
3.- Tiempo de recolección, periodicidad y análisis de datos.	16
4.- Cubicación de la madera en rollo por diferentes fórmulas.	17
5.- Estimación de la madera aserrada con dos reglas de estimación y la medición directa de la madera.	17
6.- Rango de las dimensiones de las trozas procesadas.	18
7.- Frecuencia por categoría diamétrica de las trozas procesadas.	19
8.- Coeficiente de aserrío por aserradero.	20
9.- Especies procesadas y contenido de humedad.	20
10.- Ancho de la madera aserrada por aserradero.	21
11.- Espesor de la madera aserrada por aserradero.	21
12.- Tiempo efectivo de trabajo expresado en horas por aserradero.	22

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1.- Relación del coeficiente de aserrío por categoría diamétrica doyle/madera aserrada en Santa Rosa.	23
2.- Relación del coeficiente de aserrío por categoría diamétrica Doyle/madera aserrada en TEGAR Nº 2.	23
3.- Relación del coeficiente de aserrío por categoría diamétrica Doyle/madera aserrada en ACRIPSA.	24
4.- Relación madera en rollo/aserrada por categoría diamétrica en Santa Rosa.	24
5.- Relación madera en rollo/aserrada por categoría diamétrica en TEGAR Nº 2.	25
6.- Relación madera en rollo/aserrada por categoría diamétrica en ACRIPSA.	25
7.- Sistema operacional.	26
8.- Sistema operacional en ACRIPSA.	26
9.- Sistema operacional en ACRIPSA.	26
10.- Sistema operacional.	26
11.- Diagrama de flujo en Santa Rosa.	27
12.- Diagrama de flujo en TEGAR Nº 2.	27
13.- Diagrama de flujo en ACRIPSA.	27

## RESUMEN

La industria forestal en Nicaragua consiste básicamente en aserraderos los que se encuentran subutilizados de acuerdo a su capacidad instalada. La industria de transformación primaria generalmente se encuentra ubicada en la zona del pacífico, por lo que se realizó el presente estudio en tres aserraderos del Departamento de Masaya.

El criterio de selección en estos aserraderos fue en base a su producción y tipo de maquinaria; el tipo de muestreo empleado fue sistemático y la toma de datos se realizó en un periodo de tres semanas por aserraderos.

En el estudio, al realizar análisis de varianza para el volumen de madera en rollo y aserrada, se encontró que en las tres fórmulas empleadas para cubicación de trozas no existen diferencias significativas, pero no así en las reglas de estimación maderera en donde se presenta diferencia con la madera aserrada (resultado de la medición directa de la madera aserrada), en dos de los tres aserraderos.

De acuerdo al control de calidad que se realiza en los diferentes aserraderos se determinó que los productos obtenidos se encuentran en estado bruto y verde lo cual fue confirmado por un análisis de contenido de humedad; esto explica porque los productos forestales primarios en Nicaragua no alcanzan los niveles exigidos por el mercado internacional.

## I. INTRODUCCION

Hasta hace poco más de un siglo la influencia del hombre sobre la naturaleza era compensada, pero ahora la influencia antropogénica sobre la naturaleza ya sobrepasa la capacidad de regeneración de la misma y se está al borde de una catástrofe ecológica irreversible. Actualmente en el trópico se deforestan 7.5 millones de hectáreas por año, lo que equivale aproximadamente a 14 hectáreas por minuto; esta deforestación se debe a que día a día la población acelera el proceso de despale con el objetivo de obtener mayor superficie de tierra para ser utilizada en la agricultura. También en este proceso participan las industrias petroleras, las industrias de transformación química (celulosa) y la maquinaria de guerra.

Sin embargo, la reforestación es de 1.1 millón de has. por año, lo cual es un indicador de que sólo la décima parte de toda la superficie deforestada es reforestada. La deforestación se va incrementando al incrementar la población, ya que la exigencias para satisfacer sus necesidades de vivienda y alimentación son mayores.

Los recursos forestales son vitales para la población mundial porque proporcionan un gran número de productos indispensables para su sobrevivencia. Estas formaciones boscosas generan bienes y servicios que pueden ser calificados y cuantificados; los bienes que el bosque genera son productos forestales mayores, como madera aserrada y productos forestales menores como; resina,

frutos, semillas, medicamentos<sup>2</sup> y otros, los cuales van a satisfacer las exigencias de las diferentes formaciones sociales.

La función del bosque y las industrias forestales en el desarrollo económico es diferente en cada país y depende mucho de los recursos naturales en relación con la población. El bosque produce gran cantidad de especies que hacen de la madera la materia prima adecuada para diferentes productos, esta amplia gama de productos le da al sector forestal gran adaptabilidad económica y representa una ventaja en el fomento del desarrollo equilibrado y en la industrialización de áreas rurales (7).

Como señala Brautigam, citado por IRENA (15); los productos forestales constituyen un capital productivo de altas dimensiones que día a día asume mayor importancia. El desarrollo del sector forestal contribuye a aliviar la presión sobre la balanza de pagos, ya sea por sustitución de importaciones o por la explotación de madera aserrada y productos forestales.

✓ En los países en desarrollo, las industrias forestales son con frecuencia un eslabón fundamental para mejorar el nivel socio económico de la comunidad. Es importante para un país los beneficios de la madera aserrada en cuanto al abastecimiento local, sustitución de importaciones, al efecto multiplicador sobre el empleo rural y a las posibles ganancias por exportación (9).

En la agroindustria forestal el asierre de madera es un centro de actividad de significativa importancia, tanto por la demanda económica que presenta, como por su tendencia en los aspectos ocupacionales y de producción (20). La madera entre los



materiales estructurales básicos importantes es el más usado y menos conocido. La madera aserrada es el producto forestal que más se usa; el negocio de convertir los árboles a madera aserrada siempre ocupará un sitio importante en la economía industrial del país (1).

La utilización primaria de la madera representa su uso como materia prima obtenida del bosque, en la cual se mantienen sus propiedades intrínsecas tales como peso específico, resistencia y permeabilidad (23).

La madera es renovable y tiene gran variedad de propiedades estructurales, estética, aislante y química como, para ser considerada por muchos como la materia prima más importante del futuro, debido a que tiene tres cualidades que la hacen única entre todas las materias primas estas cualidades son; que es universal, abundante e inagotable (3).

Nicaragua es un país eminentemente forestal, aproximadamente el 60 % de su superficie es considerada como área forestal (14); lo que es un indicador de que existe una variedad muy grande de productos forestales de los cuales hasta la actualidad, aún no existen estudios completos. En el país existen aproximadamente 2,000 especies identificadas de las cuales se utilizan menos del 5 %.

El 37 % de la superficie Nicaragüense está cubierta de bosque productivo; actualmente de este potencial se aprovecha del 15 al 20 % de bosque anual.

También existen 400,000 has. de bosque de pino del cual se puede obtener de 3 a 4 millones de metros cúbicos por año destinado para la industria, pero se aprovecha menos del 5 % (17).

De la superficie considerada como área forestal, se utiliza un mínimo para el aprovechamiento industrial, lo que refleja el grado de subutilización que tiene el recurso en relación a su potencial, el potencial productivo actual es de 58.2 metros cúbicos por hectárea.

Nuestros recursos son subutilizados en diferentes grados, de manera que no brindan todo su potencial de bienes y servicios al pueblo, pero a medida que vaya aumentando el desarrollo del país, irá obligando a utilizar el máximo potencial del recurso que no se está utilizando en toda su capacidad (15).

En la actualidad, el valor bruto de los productos primarios del sector forestal en Nicaragua se puede estimar en unos 180 millones de dólares evaluado en precios de importaciones de los cuales, 32.5 millones de dólares corresponden al valor de la madera aserrada, el valor bruto de la producción aproximadamente un tercio, corresponde a 60 millones de dólares al año, lo que es un ahorro neto (17). Por lo que, es necesario incrementar la producción de productos forestales primarios para resolver los problemas económicos del país.

La industria forestal en Nicaragua está formada básicamente por aserraderos. Existen aproximadamente de 80 - 90 aserraderos de los cuales 65 están en operaciones, la capacidad instalada de estos aserraderos es de 257,600 metros cúbicos y la producción es de 123.3 mil metros cúbicos por año; lo que representa el 47.9 % ; en 1983 la capacidad utilizada era de un 48 % (17).

Se estimó que para el año 1988 exista una producción de madera aserrada de pino y latifoliada de 182 mil metros cúbicos por año y que para el año 1990 la producción de madera aserrada será de 209 mil metros cúbicos, de los cuales se producirá 178 mil metros cúbicos. Esto refleja la necesidad de aumentar la capacidad industrial para satisfacer el mercado interno (18). La producción de productos forestales no cubre la demanda interna, que ha subido paralelamente a las restricciones de importaciones de sustituto, por lo que la producción de estos productos es una necesidad inmediata para cubrir la demanda existente ; las importaciones han bajado a un nivel insignificante por la necesidad de cubrir el mercado interno con productos forestales.

La demanda de productos forestales es mayor en nuestro país día a día y la industria forestal existente no es capaz de satisfacer la demanda por lo que, no es sorprendente de que exista un incremento en el uso de sustituto, tales como productos metálicos y de plástico.

Además de la baja producción que existe y que no satisface las exigencias de las diferentes formaciones sociales; a esto se le suma las pérdidas que se producen en las operaciones de aserraderos ; por lo que es de suma importancia conocer el coeficiente de aserrío, porque permite determinar el grado de aprovechamiento de la madera y la funcionabilidad de los aserraderos. El coeficiente de aserrío también proporciona datos referentes a las pérdidas de madera durante el proceso de aserrado las cuales pueden evitarse, lo que ayudará a mejorar la producción al lograr una menor pérdida de madera aserrada. ↓

El coeficiente de aserrío es la relación porcentual que existe entre los metros cúbicos tabla nominal de rendimiento de madera y los metros cúbicos rollos alimentado o los pie tabla de madera aserrada y los pie rollos procesados (20). El coeficiente de aserrío depende del tamaño de la troza, método de procesamiento, dimensiones del producto y de la habilidad de los operadores (1).

El control de calidad de los productos forestales primarios es de suma importancia y tiene por objeto asegurar que los productos elaborados se ajusten a las especificaciones dadas.

Las características de mayor importancia en la industria de la madera aserrada son; el espesor, anchura, longitud, grado y contenido de humedad, en casos especiales son también importante cualidades como; densidad, inclinación del hilo, cantidad de anillos por pulgadas y el por ciento de madera de verano (1).

En Nicaragua no existe ningún estudio sobre la eficiencia de los aserraderos, ni del control de calidad de los mismos, por lo que se realizó el presente estudio que servirá como pionero para posteriores estudios en el aprovechamiento forestal.

## II. OBJETIVOS

- General : - Determinar el coeficiente de aserrio de tres aserraderos de Masaya.
- Específicos : - Determinar si existe diferencias significativa en tres fórmulas para cubicar madera en rollo.
- Determinar si existe diferencia significativa en dos reglas de estimación maderera y los resultados directos de la medición del producto aserrado.
  - Determinar el control de calidad de la madera aserrada.
  - Determinar la producción y la eficiencia en los tres aserraderos.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. MATERIALES

- Calculadora
- Lápiz de grafito
- Lapicero
- Marcador de árboles
- Papel bond
- Regla milimetrada
- Balanza de precisión
- Sierra de arco
- Cinta métrica
- Cinta diamétrica
- Forcípula
- Bolsas plásticas
- Estufa u horno eléctrico
- Bicicleta

#### 3.2. METODOS

El estudio se realizó en tres aserraderos del Departamento de Masaya, dos de estos se encuentran localizados sobre la carretera Masaya - Granada y el otro en la ciudad (TEGAR N92, ACRIPSA Y Santa Rosa respectivamente).

Dichos aserraderos fueron seleccionados por los siguientes criterios:

- a). Por la producción diaria y anual (ver cuadro N9 1)
- b). Por la maquinaria que poseen (ver cuadro N9 2)

## RECOLECCION DE DATOS.

El procedimiento que se llevó a cabo para la recolección de datos consistió en visitar los aserraderos objetos de estudios por un período de tres semanas en cada aserradero, la toma de datos consistió en enumerar con el marcador de árboles las trozas que entraban en el carro de alimentación para ser procesada; midiéndose: largo, diámetro mayor y diámetro menor, auxiliado de la cinta métrica, cinta diamétrica y / o forcípula. Se tomó además el nombre común de las especies. Se realizó la medición de el ancho, largo y espesor, utilizando una regla milimetrada con el propósito de cubicar cada tabla individualmente, simultáneamente se tomaron al azar muestras (probetas) de MADERA las cuales, eran cortadas con la sierra de arco para determinar el contenido de humedad que poseían la madera aserrada.

Las muestras de madera ( probetas ) al instante de ser tomadas, fueron almacenadas individualmente en bolsas plásticas por un período de una semana, posteriormente se traslado el material al laboratorio donde se procedió a determinar el peso húmedo a través de una balanza de precisión, luego cada una de ellas fueron depositadas en la estufa eléctrica por un tiempo de 8 horas, pasado este tiempo se procedió a pesar las probetas y se obtuvo el peso seco.

La toma de estos datos se realizó desde el inicio de las actividades de los aserraderos hasta la finalización de las mismas, la fecha de recolección, periodicidad y análisis de datos se detallan en el cuadro Nº 3.



Para la determinación del volumen de madera; en rollo, aserrada, coeficiente de aserrío y contenido de humedad se emplearon las expresiones matemáticas siguientes:

## FORMULAS

### 1. Para cubicación de trozas

#### a. Smalian

$$V = [ ( S1 + S2 ) / 2 ] \times H$$

V = Volumen

H = Longitud

S1 y S2 = Superficie de la sección extrema de la troza.

#### b. Huber

$$V = S_m \times H$$

S<sub>m</sub> = área de la sección transversal media

#### c. Newton

$$V = [ ( S1 + 4 S_m + S2 ) / 2 ] \times L$$

2. Para la estimación de la madera aserrada de trocería

a. Regla Doyle

$$V = [ ( D - 4 ) / 4 ] ^ 2 \times H$$

V = volumen expresado en pie tabla.

D = diámetro de la sección menor de la troza sin corteza expresado en pulgadas.

H = longitud de la troza expresado en pie.

b. Regla Scribner

$$V_{pt} = 0.79 D - 2 D^2 - 4 \quad (24).$$

c. Madera aserrada

$$V = L \times A \times E.$$

L = Longitud de la troza expresado en metros

A = ancho expresado en metros

C = espesor expresado en metros

3.- Para la determinación del <sup>- 13 -</sup> coeficiente de aserrío

$$C A = ( V_{ma} / V_t ) \times 100$$

C A. = Coeficiente de aserrío

V<sub>ma</sub>. = Volumen de madera aserrada

V<sub>t</sub>. = Volumen de la troza (20).

4.- Para la determinación del contenido de humedad

$$C H = [ ( m - n ) / n ] \times 100$$

CH = Contenido de humedad

m = Peso húmedo de la probeta

n = Peso anhidro de la probeta (11).

Cuadro Nº 1. Producción y capacidad instalada de los aserraderos

de Masaya ; 1987.

Aserradero	Producción/metros cúbicos		Capacidad Instalada metros cúbicos/ día	Tipo de propiedad
	Diaria *	Anual **		
Santa Rosa	7.24	1,837.740	12	Privado
TEGAR Nº 2	10-25	662.514	25	Privado
ACRIPSA	10.29	736.618	8.9	Estatal

\*.- Información proporcionada en los aserraderos.

\*\*.- Información proporcionada por DIRENA-Masaya.

Cuadro Nº 2. Recursos disponibles en los aserraderos de Masaya;1988.

Recursos		Santa Rosa	TEGAR Nº2	ACRIPSA
Sierra banda (a)	Distancia entre diente	1.3/4"	1.3/4"	1.3/4"
	Ancho	7"	7"	8"
	Calibre	17"	16"	17"
	Longitud	31'	32'8"	36'
	Espesor	1/4"	1/4"	1/8"
Desorilladora (b)	Ancho de diente	-	-	3/16" y 11/4"
	Pase de diente	-	-	2"
	Espesor del disco	-	-	3/16"
	Diámetro disco	-	-	20"
	Angulo de ataque	-	-	35°
	Profundidad de la garganta	-	-	1"
Saneadora (c)	Espesor del disco	-	-	1/8"
	Diámetro del disco	-	-	20"
	Pase de diente	-	-	3/4"
Transporte	Tracción animal	1	1	-
	Pala frontal (d)	-	-	1
Motor	Eléctrico	1	-	1
	Carburante	-	1	-
Carro	Mecánico con dispositivo de traslado longitudinal mediante cables	1	1	-
	Mecánico con traslado longitudinal a cremallera	-	-	1
Mantenimiento	Taller de afiladuría	1	1	1
Edad	Funcionabilidad	20	25	10
Vida útil	Maquinaria	-	-	40 a
				10 b
				10 c
				5 d

(-) - No existe

(") - Pulgadas

(') - Pie.

Cuadro Nº 3. Tiempo de recolección, periodicidad y análisis de datos.

A S E R R A D E R O			
Tiempo	Santa Rosa	TEGAR Nº 2	ACRIPSA
Recolección de datos	01 al 22 de Septiembre 88.	01 al 22 de Noviembre 88.	11 al 22 de Enero 89.
Periodicidad	3 Semanas	3 Semanas	3 Semanas
Análisis	01 al 22 de Septiembre 88.	01 al 22 de Noviembre 88.	01 al 22 de Enero 89.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 - Resultados.

##### 4.1.1.- Cubicación de madera en rollo.

Cuadro Nº 4. Cubicación de madera en rollo expresado en metros cúbicos por diferentes fórmulas, Masaya 1988.

Fórmulas	Huber		Saalian		Newton	
	Media	Desviac.	Media	Desviac.	Media	Desviac.
Santa Rosa	0.644	0.497	0.646	0.499	0.644	0.498
TEGAR Nº2	0.752	0.62	0.756	0.623	0.753	0.621
ACRIPSA	1.620	0.852	1.584	0.881	1.582	0.879

##### 4.1.2.- Estimación de madera aserrada

Cuadro Nº 5. Estimación de la madera aserrada expresado en metros cúbicos ; Masaya 1988.

Aserrío	Madera aserrada		Doyle		Scribner	
	Media	Desviac.	Media	Desviac.	Media	Desviac.
Santa Rosa	0.469	0.417	0.697	0.4278	0.584	0.425
TEGAR Nº2	0.560	0.485	0.439	0.432	0.724	0.562
ACRIPSA	1.017	0.750	1.026	0.618	1.057	0.534

Cuadro Nº 6. Rango de las dimensiones de las trozas procesadas, por aserradero expresado en cm. Masaya 1988.

A S E R R A D E R O			
Dimensiones	Santa Rosa	TEGAR Nº 2	ACRIPSA
Diámetro mayor	23.5 - 117	24.2 - 104	42 - 105
Diámetro promedio	51.3	56.3	67.77
Diámetro menor	22 - 162	19 - 102.5	38.2 - 95.8
Diámetro promedio	47	50.4	62.87
Longitud	131 - 627	168. - 609	250 - 610
Longitud promedio	301.8	280. 71	461.5



Cuadro Nº 7. Frecuencia por categoría diámetrica de las trozas procesadas en los aserraderos ; Masaya 1988.

A S E R R A D E R O			
diámetros en Ces.	Santa Rosa	TEGAR Nº 2	ACRIPSA
20	-	1	-
25	3	1	-
30	13	6	-
35	15	22	-
40	26	17	2
45	24	16	2
50	30	18	4
55	11	10	4
60	9	7	9
65	9	6	4
70	7	6	4
75	5	11	1
80	2	8	3
85	3	4	2
90	1	5	1
95	1	-	2
100	1	-	2
105	-	1	-
TOTAL	160	139	40

#### 4.1.3.- Coeficiente de aserrio.

Cuadro Nº 8.- Coeficiente de aserrio por aserradero, Masaya. 1988.

Aserrio	Madera aserrada		Doyle	
	Media	Desviación	Media	Desviación
Santa Rosa	0.71	0.16	0.50	0.11
TEGAR Nº 2	0.74	0.20	0.51	0.12
ACRIPSA	0.61	0.18	0.61	0.06

#### 4.1.4.- Especies procesadas y contenido de humedad.

Cuadro Nº 9. Especies procesadas y contenido de humedad promedio.

E S P E C I E S		Santa Rosa	TEGAR Nº 2	ACRIPSA
Nombre Científico (13,14)	Nombre común	C H p †	C H p	C H p
<u>Andira inermis</u>	almendro	--	126.8	--
<u>Bombacopsis quinatum</u>	pochote	--	122.7	--
<u>Calophyllum brasiliensis</u>	leche maria	40	--	--
<u>Carapa guianensis</u>	cedro macho	23.7	--	53.2
<u>Cedrela odorata L.</u>	cedro real	84.6	53.7	--
<u>Ceiba pentandra (L.)</u>	ceiba	--	40	--
<u>Cordia alliodora</u>	laurel	80	--	61.9
<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	guanacaste	114.3	126.8	--
<u>Hymenaea courbaril L.</u>	guapinol	60	--	--
<u>Laetia procera</u>	areno	56.6	--	--
<u>Sapanea saman</u>	genizaro	118.3	--	--
<u>Simarouba glauca</u>	acetuno	120.8	--	--
<u>Terminalia oblonga</u>	guayabo	4.6	--	--
<u>Terminalia amazonia</u>	guayabón	50	--	--
<u>Vochysia ferruginea Mart.</u>	manga larga	141.6	--	--
<u>Virola koschnii Mart.</u>	cebo	--	--	83.7
<u>Ormosia shipii</u>	coralillo	47.6	--	--
TOTAL	17	--	--	--

† Contenido de humedad promedio.

#### 4.1.6. Control de calidad.

Cuadro Nº 10. Ancho de la madera aserrada por aserraderos, Masaya 1988.

Ancho en pulgadas	Santa Rosa			TEGAR Nº 2			ACRIPSA		
	Media	desviación	C.de variac.	Media	desviación	C.de variac.	Media	desviación	C.de Variac.
6	6.29	-	-	-	-	-	6.04	0.16	2.80
7	7.48	-	-	-	-	-	-	-	-
8	8.13	0.18	2.28	8.07	0.19	2.43	8.11	0.08	1.08
9	9.02	0.34	2.28	8.99	0.32	3.64	9.44	0.56	0.05
10	10.03	0.19	3.8	10.03	0.19	1.96	10.72	0.90	8.46
11	11.09	0.31	1.9	11.05	0.35	3.20	-	-	-
12	11.87	0.16	2.8	11.8	0	0	12.12	0.05	0.49
13	12.9	0.28	1.39	12.9	0.37	2.86	-	-	-
14	14.06	0.17	2.19	14.06	0.17	1.26	-	-	-
15	14.9	0.29	1.21	15.05	0.31	2.09	-	-	-
16	15.8	0.18	1.16	16.1	0.16	1.98	-	-	-

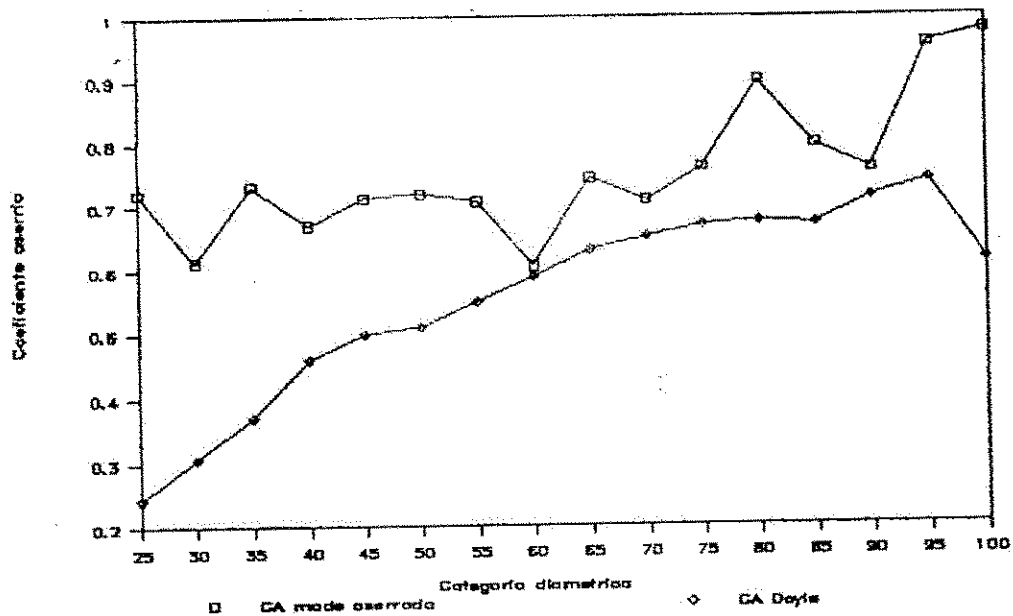
Cuadro Nº 11. Espesor de la madera aserrada por aserradero, Masaya 1988.

Espesor en Pulgadas	Santa Rosa			TEGAR Nº 2			ACRIPSA		
	Media	desviación	C.de Variac.	Media	desviación	C.de Variac.	Media	desviación	C.de Variac.
0.5	0.41	0.03	8.24	-	-	-	-	-	-
1	0.86	0.13	15.39	0.85	0.13	15.5	1.14	0.16	14.7
2	2.21	0.13	6.2	2.13	0.22	10.6	1.91	0.19	10
3	2.6	0.09	3.5	2.85	0.17	5.97	-	-	-

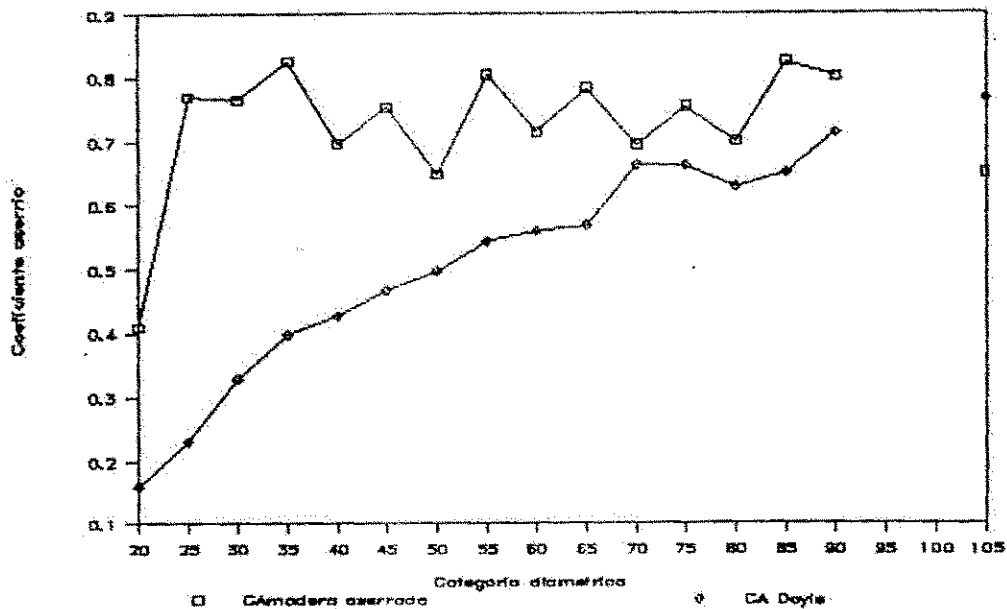
4.1.9 - EFICIENCIA.

Cuadro Nº 12. Tiempo efectivo expresado en horas por aserradero en un periodo de tres semanas, Masaya 1988.

Aserradero	Semana	Tiempo efectivo		Tiempo muerto		Tiempo nominal Horas	Tiempo total				
		Horas	%	Horas	%		Efectivo		Muerto		Nómina
							Horas	%	Hora	%	
Santa Rosa	1	27.5	57	20.5	42.5	48	100	69.4	44	30.5	144
	2	33.5	69.7	14.5	30.2	48					
	3	39	81	9	18.7	48					
TEGAR Nº 2	1	42	84	8	16	50	95	63.3	55	36.6	150
	2	35.5	71	14.5	29	50					
	3	17.5	35	32.5	65	50					
ACRIPSA	1	35	72.9	13	27	48	57	39.5	87	60.4	144
	2	9	18.7	39	81.2	48					
	3	13	27	35	72.9	48					



**Fig. 1** Relación del coeficiente de aserrío por categoría diamétrica Doyle/madera aserrada en Santa Rosa.



**Fig. 2** Relación del coeficiente de aserrío por categoría diamétrica Doyle/madera aserrada en TEGAR n° 2.

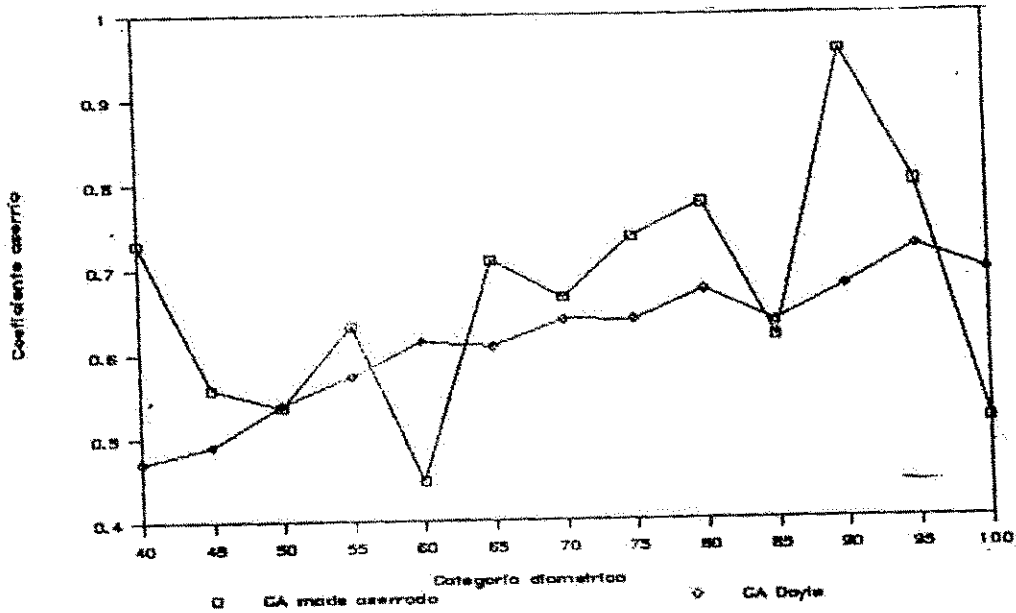


Fig. 3 Relación del coeficiente de aserrío por categoría diamétrica Doyle/madera aserrada en ACRIPSA.

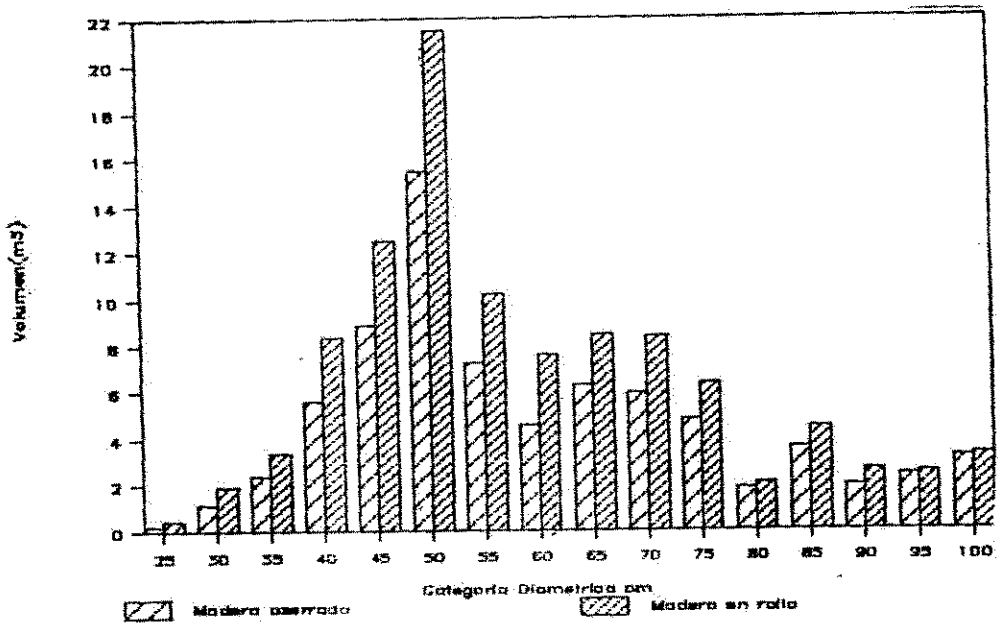


Fig. 4 Relación madera en rollo/aserrada por categoría diamétrica en Santa Rosa.

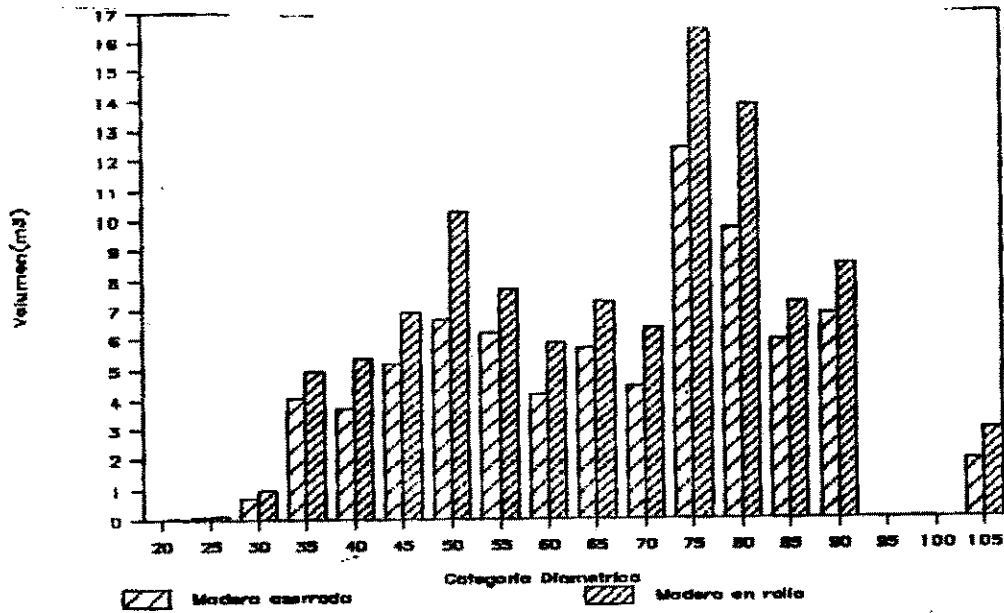


Fig. 5 Relación madera en rollo/aserrada por categoría diamétrica en TEGAR N° 2.

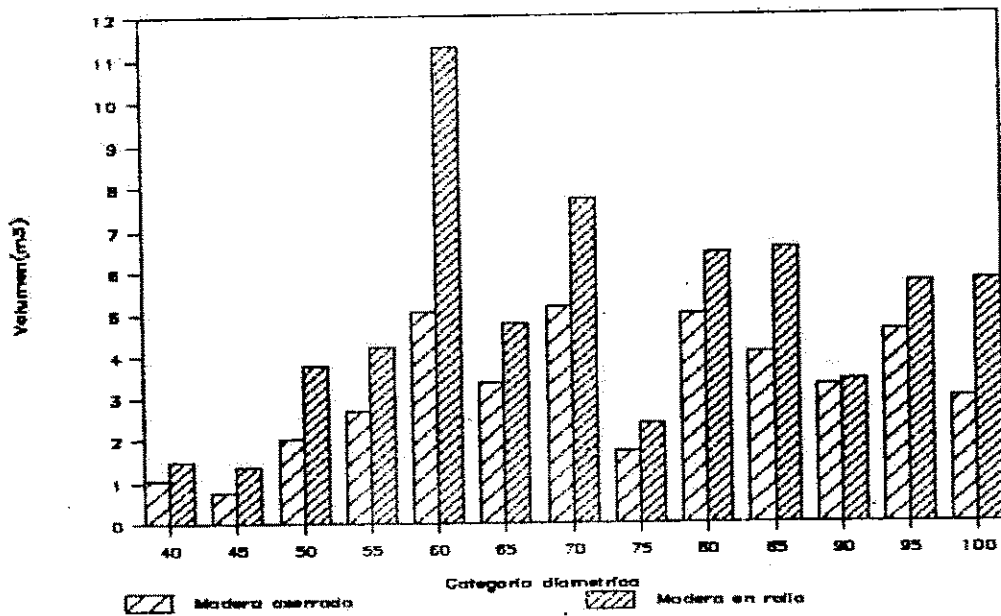


Fig. 6 Relación madera en rollo /aserrada por categoría diamétrica en AGRIPSA.

Diagrama de Corte.

\* Sequencia do Corte.

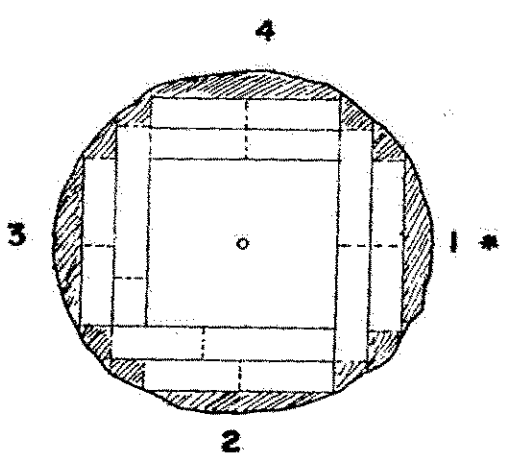


Figura 7

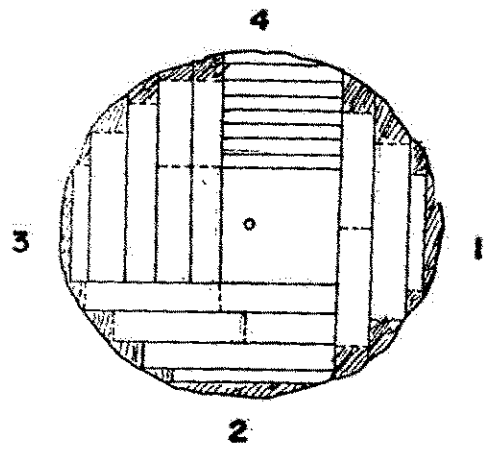


Figura 8

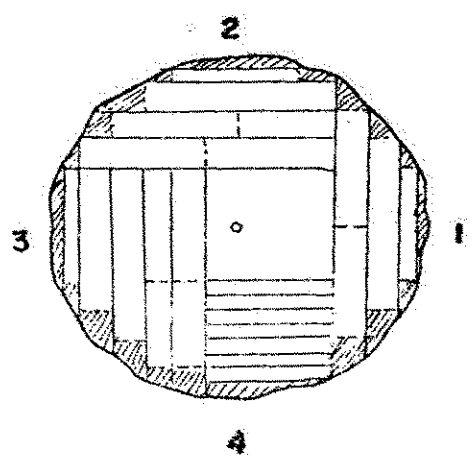


Figura 9

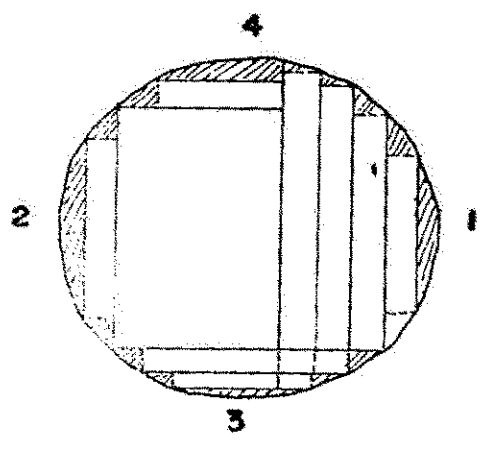


Figura 10



## 4.2.- DISCUSION.

### 4.2.1. CUBICACION DE LA MADERA EN ROLLO.

En la explotación forestal se utilizan varios métodos para el cálculo del volumen de un árbol, entre estos se tienen: método del desplazamiento del agua, de la relación entre volumen y peso, de cubicación o medición geométricas, de determinación del volumen por el método gráfico y de determinación del volumen mediante tablas de cubicación (12).

Para determinar el volumen de madera en rollo en el estudio se utilizó el método de cubicación con las fórmulas de Huber, Smalian y Newton por ser el más usado y sencillo así como por el hecho de proporcionar el grado de precisión necesario.

En el cuadro Nº 4, al comparar las tres fórmulas empleadas en cada aserradero, para cubicar la madera en rollo; los valores obtenidos son similares entre sí. Huber presenta las menores desviaciones seguido de Newton y por último de Smalian, lo que indica que existe una menor variación de las observaciones con respecto a su media.

Se realizó análisis de varianza (1%) con las tres fórmulas, no existiendo diferencias significativas ; por lo que la utilización de cualquiera de ellas proporcionará resultados de la misma exactitud.

El hecho de no presentar diferencia significativa se debe a los tipos dendrométricos de los fustes cubicados, cuya forma era cilíndrica o de truncado paraboloides, así como las longitudes de las trozas (ver cuadro Nº 6), aplicándose lo referido por la Universidad de Chapingo (24); la cual refiere que Huber y Smalian proporcionan resultados de igual exactitud cuando se trata de fuste de forma cilíndrica o de truncado paraboloides y cuya longitud no exceda los 12 mts.

En el estudio se seleccionó a Newton por que proporciona resultados de mayor exactitud, esta fórmula resulta de la asociación de Smalian y Huber.

#### **4.2.2 - ESTIMACION DE LA MADERA ASERRADA.**

En el cuadro Nº 5, al comparar la madera aserrada ( producto de la medición directa de la madera) con la regla Doyle, presentó valores superiores en el TEGAR Nº 2, inferiores en Santa Rosa y similares en ACRIPSA. Al comparar Doyle con Scribner, el comportamiento es superior únicamente en Santa Rosa. La madera aserrada en relación con Scribner, este último presentó los mayores promedios en todos los aserraderos.

La regla Doyle, es influenciada por factores como el diámetro y longitud de la troza como; se aprecia en el cuadro Nº 6 y 7, Santa Rosa y TEGAR concentraron la mayor cantidad de troza procesada, en determinados diámetro, no así en ACRIPSA en donde se distribuyeron en forma equitativa.

Doyle según la Universidad de Chapingo (24); muestra una gran inconsistencia en los errores para las diferentes trozas, los cuales se acentúan más en diámetros pequeños, de tal manera que en troza de diámetro de 6 pulgadas y 16 pie de largo, el volumen real es 300% mayor que el consignado por la regla. El error disminuye a medida que aumenta el diámetro hasta 31 pulgadas, de ahí en adelante proporcionará volúmenes mayores que los que en la práctica se obtiene.

La Regla Doyle sub estima y sobre estima el volumen de la madera aserrada; la falta de homogeneidad de la muestra, probablemente fue un factor que incidió, porque se procesaron diámetros relativamente pequeños y grandes.

En Santa Rosa, TEGAR Nº 2 y ACRIPSA, Doyle presentó valores superiores, inferiores y similares respectivamente, los cuales pueden ser influenciado por factores como: diámetro y longitud de los fustes procesados, descuento por aserrín, costeros y recortes, sistema operacional, habilidad de los operadores y la calidad del producto deseado, estos factores reducen o incrementan el volumen.

En el caso específico del aserradero Santa Rosa, el hecho de producir madera con espesores menores de 0.5 pulgadas reduce el volumen de madera aserrada, porque se incurre en mayores pérdidas en descuento por aserrín, al igual que los diámetros que se procesaron, originando un volumen de madera aserrada menor que el estimado por Doyle.

En TEGAR Nº 2 los costeros y aserrín son las principales causas que reducen el aprovechamiento; el volumen de madera aserrada es mayor que el estimado por Doyle, esto es señalado por la Universidad de Chapingo (24); la cual refiere que el volumen estimado por la regla Doyle es menor que el que en la práctica se obtiene.

En ACRIPSA los valores similares en Doyle y la madera aserrada se debe a, que en este aserradero se realizan labores como: Canteo, cabeceo, saneo y selección de la madera, práctica que no se realiza en los otros dos aserraderos, originando mayores porcentaje de residuos; además del descarte de madera útil y la maquinaria con que cuenta (ver cuadro Nº 2 ), está última incrementa el descuento en concepto de aserrín, por lo tanto el volumen se reduce , explicando así porque la madera aserrada es similar al obtenido por Doyle.

Estas causas son señaladas por la Universidad de Chapingo (24); la cual refiere que, Doyle realiza un descuento por aserrín de 4.5%, sin embargo, en una sierra banda el descuento es mayor del 10%, por costeros, recortes y orilla deduce 4 pulgadas y las pérdidas oscilan entre 1.5 y 2 pulgadas, realizando en este caso un descuento doble de lo real (24).

Se realizó análisis de varianza (1%); con las dos reglas de estimación maderera y los resultados de la medición directa de la madera aserrada , encontrándose diferencias significativas únicamente en los aserraderos; Santa Rosa y TEGAR Nº 2, en las tres formas para calcular el volumen de madera aserrada (ver anexo Cuadro Nº 14, 15 y 16 ).

El hecho de presentar dos de tres aserraderos diferencia significativa confirma que la falta de homogeneidad de la muestra así, como el número de observaciones, la calidad de la madera, la habilidad del operador, el sistema operacional y otros factores inciden directamente sobre cada uno de las forma para determinar el volumen de madera aserrada, no se puede determinar si, en que grado incide cada factor.

Para determinar el coeficiente de aserrio se utilizó la madera aserrada y la regla de estimación Doyle, una por ser el volumen real y la otra por ser la más usada en Nicaragua.

La regla Scribner muestra errores en casi todo los diámetros acentuándose principalmente en trozas pequeñas; ya que no toma en cuenta el aumento gradual de los diámetros, y por consiguiente, tampoco considera el aserrio de las costeras que se obtienen al cuadrar las trozas y que producen tablas de pequeñas longitud; práctica que no se realizaba en la época en que se construyó la regla (24); explicando así, el comportamiento de superior de Scribner en relación a la madera aserrada en los tres aserraderos. Los subproductos de la transformación primaria de la madera, defectos de la madera, canteo, cabeceo y reasierre así como los diferentes diámetros procesados son factores que incidieron y que está regla no los toma en cuenta.

La diversidad de diámetro distribuido de forma no equitativa, en donde la mayor proporción de trozas procesadas se concentra en diámetros pequeños y medianos, ocasiona que Scribner presente los valores más altos.

Los errores por defecto de Scribner aumentan en trozas de pequeños diámetros hasta un 30 % , lo que se reduce al incrementar el diámetro hasta, en un 5% en diámetros muy grandes (24).

El cálculo del volumen de las trozas, con las reglas de estimación madereras, puede hacerse hasta con una aproximación del 5% manteniendo su carácter de estimación ; ya que no se puede determinar de antemano lo que la sierra descubrirá al ser aserradas las trozas y que puede influir en el volumen de madera aserrada que se producirá (24).

Es importante, la realización de una tabla de volumen de madera aserrada utilizando el producto aserrado de las trozas, para realizar una estimación más real de los volúmenes de la industria de aserrío.

#### **4.2.3.- COEFICIENTE DE ASERRIO.**

En los aserraderos objeto de estudio, el mayor coeficiente de aserrío promedio así como las más altas desviaciones los presenta el TEGAR Nº2 seguido de Santa Rosa y ACRIPSA. La madera aserrada con respecto a Doyle muestra un comportamiento superior excepto en el caso de ACRIPSA con valores son similares (ver cuadro Nº 8).

En TEGAR Nº 2 y Santa Rosa el aprovechamiento es mayor, esto se explica porque estos aserraderos realizan exclusivamente, labores de asierre y reasierre a la madera, esta última actividad en ocasiones es omitida por solicitud del extractor.

El TEGAR N<sup>o</sup> 2 presentó el mayor coeficiente de aserrío, el hecho de no producir piezas de madera cuyo espesor sea menor de 1 pulgada (ver cuadro N<sup>o</sup> 10); favoreció al incrementar el aprovechamiento, caso contrario al Santa Rosa en donde se elabora piezas menores de 0.5 pulgadas (ver cuadro N<sup>o</sup> 11), esta práctica contribuyó a incrementar el descuento por aserrín, reduciendo el aprovechamiento.

En ACRIPSA el coeficiente de aserrío, es bajo en relación a los otros dos aserraderos, la principal causa que reduce el volumen es, el control de calidad que ejercen a la madera aserrada, por ser su objetivo principal; la producción de madera de primera calidad, lo que induce a que realicen prácticas como: canteo, cabeceo, saneo y selección del producto laborado.

El coeficiente de aserrío depende de factores como: el tamaño de la troza, control de calidad, sistema operacional, habilidad de los operadores, estado físico de la madera, tipo de sierra empleada y el mantenimiento de la sierra, estos factores inciden de una u otra forma reduciendo el aprovechamiento y ocasionando mayores pérdidas.

Según el coeficiente de aserrío obtenido en cada aserradero, existe un buen aprovechamiento de la madera, aunque en dos de los tres aserraderos realizan únicamente prácticas como; el asierre y reasierre. En ACRIPSA la madera aserrada representa el 60 % del volumen de la troza, este aserrío realiza todas las labores de aserrado. Porque según la FAO (9); la madera aserrada representa del 30% al 50% de la troza.

## - COEFICIENTE DE ASERRIO POR CATEGORIA DIAMETRICA

El coeficiente de aserrío por categoría diamétrica; la madera aserrada presentó una curva fluctuante y Doyle una curva constante y creciente hasta valores de 85 centímetros ( ver figura 1,2 y 3 ).

En el aserradero Santa Rosa, la madera aserrada presenta estabilidad con respecto a Doyle en diámetros de 60 centímetros, se aprecia sobre estimación y sub estimación en los diferente diámetros, se realiza buen aprovechamiento en trozas con diámetros pequeños ( ver fig. 1 ), en este caso puede tener influencia, las labores que en ocasiones son omitidas (reasierre) en el proceso de aserrado.

EN TEGAR N02 las curvas de la madera aserrada y Doyle en diámetros de 70 centímetros se aproximan, en valores de 20 centímetros el aprovechamiento es menor ( ver fig. 2 ), lo cual indica que la relación que existe entre el diámetro y el aprovechamiento se cumple.

En ACRIPSA, el coeficiente de aserrío por categoría diamétrica, de la madera aserrada presenta mayor fluctuaciones, que en los otros dos aserraderos, las labores de aserrado (canteo, saneo y selección de la madera) que realizan, origina mayor cantidad de subproducto y descarte de madera útil, lo que explica la inconsistencia de ambas formas en los diferentes diámetros. Caso típico, es el coeficiente de aserrío de la madera aserrada a diámetros de 60, 85 y 100 centímetros está por debajo de los valores obtenidos con Doyle. A valores de 50 cm se interceptan y se aproximan en valores de 70 centímetros ( ver fig. 3 ).



El comportamiento de la madera aserrada en este aserradero se debe al control de calidad que se ejerce, así como el tipo y número de sierras (ver cuadro Nº 2 ), con que se trabaja y el afilamiento que se le brinda a las mismas.

Las fluctuaciones del coeficiente de aserrio por categoría diamétrica en los aserraderos se puede deber al sistema opracional, habilidad del operador, control de calidad de la madera, tipo de sierra que poseen y el afilamiento o mantenimiento de la misma.

En diámetros de 60 y 70 centímetros la madera aserrada y Doyle se aproximan, lo que puede indicar que sea un punto de equilibrio para ambas, sin embargo, es necesario efectuar este estudio con un número de muestras mayor para que sea altamente confiable.

#### **4.2.4.- PERDIDAS.**

La madera durante todo el proceso de transformación es un material sujeto a pérdidas, las cuales inician desde el momento en que el árbol es cortado en el sitio o frente de corta, en donde queda una gran cantidad de residuos, los que consisten en ramas y madera útil.

Las pérdidas según, los diámetros varían en cada aserradero, el TEGAR Nº 2 presentó menores pérdidas seguido de Santa Rosa y ACRIPSA ( ver Fig. 5, 4 y 6 ).

Estos defectos según Tuset (23); los define como los más importantes, al momento de procesar la madera porque perjudican el normal aprovechamiento y limita las posibilidades de uso; al provocar reducción en las propiedades de resistencia mecánica, fundamentalmente en la resistencia al corte.

Los defectos generalmente, son provocados por empleo de técnicas inadecuadas al momento de corte y el intemperismo a que son sometidas las trozas en el patio de trocería.

La madera procesada, según el contenido de humedad presente ( ver cuadro Nº 9 ), se clasifica como verde. La madera dura y seca produce menores pérdidas en concepto de aserrín (23).

La madera se clasifican : en duras y blandas, ubicándose las latifoliadas en duras y las coníferas en las llamadas blandas (21), por lo que, el estado físico contribuyó en el incremento de las pérdidas.

#### - Control de calidad

La calidad de la madera, en los aserraderos no está muy bien definida lo que contribuye a que el descuento en concepto de aserrín sea mayor.

#### - Cabeceo, canteo, saneo y selección de la madera

Estas labores exclusivamente son realizadas en ACRIPSA lo que justifica las pérdidas; según Brown.(1); las pérdidas de la madera debido a los cortes de la sierra, aserrado y canteado representan del 40 al 50 % del volumen de las trozas y si se agregan otras pérdidas representan del 30 al 50 % de la troza (9).

#### 4.2.5- ESPECIES PROCESADAS Y CONTENIDO DE HUMEDAD.

La producción de madera aserrada se ha concentrado en pocas especies de mayor valor económico, originando así el empobrecimiento del recurso y sus posibilidades de manejo sostenido (13).

Las especies procesadas en los aserraderos son un total de 17; en donde la mayor diversidad se encuentra en el Santa Rosa y ACRIPSA presenta una mínima proporción. Las especies mayormente aserrada son: cedro real, guanacaste y cedro macho (ver cuadro Nº 9), los cuales a través de los años fueron y son actualmente las más extraídas de las formaciones boscosas existentes, por tener mayor cotización en el mercado en relación a otras. En Nicaragua se conocen aproximadamente de 20-25 especies con valor comercial, esto refleja que existe una subutilización de nuestros recursos ya que se han identificado 2000 especies.

La utilización de un número determinado se debe al desconocimiento por parte de la población de las propiedades físico - mecánicas de otras especies que pueden ser utilizadas como material estructural.

Si el recurso forestal se utilizará a toda capacidad proporcionaría gran adaptabilidad económica por la gran variedad de especies que posee y la amplia gama de productos (7).

En el cuadro Nº 9 la madera procesada presenta altos contenidos de humedad, excepto el guayabo y cedro macho en Santa Rosa. En base a los resultados obtenidos, la madera aserrada es comercializada en estado verde.

El agua es el factor más importante en la madera en relación a la resistencia que ofrece al paso del corte; la humedad influye en las propiedades mecánicas y la estabilidad dimensional(10).

El contenido de humedad presente es diferente en cada especie (ver cuadro Nº 9 ), lo que indica que no existe un criterio de clasificación de trocería en los aserraderos; está práctica no la realizan ninguno de los aserraderos por la falta de materia prima, por lo que se trabaja con material que este disponible, también influye la forma de propiedad y la función de cada aserradero.

De acuerdo a los contenidos de humedad promedio en las trozas se afirma que el estado físico de la madera es verde; se considera madera verde aquella cuya humedad tenga valores del 30 %. Brown (1), refiere que la madera debe tener un contenido de humedad del 5 al 20 %.

#### 4.2.6- CONTROL DE CALIDAD.

El control de calidad efectuado en los aserraderos consiste específicamente en el ancho y espesor de las piezas elaboradas, no toman en cuenta otras características como el contenido de humedad, densidad, relación albura-duramen y otros.

En el cuadro Nº 10 los aserraderos elaboran tablas con anchos de 6 a 16 pulgadas; se aprecia poca uniformidad de las piezas, excepto en TEGAR Nº2 en donde a valores de 12 pulgadas la desviación es cero. Los anchos elaborados en la madera aserrada están por encima o debajo del ancho comercial.

La madera aserrada se elabora con distintos anchos, espesores y longitudes. La anchura de las tablas varían de 2 en 2 pulgadas, a partir de 6 pulgadas (24). En los aserraderos, la anchura normal es de 6 pulgadas con un intervalo de 1 pulgada hasta 16 pulgadas.

Existen diferentes criterios de clasificación para las piezas aserradas, el comité panamericano de normas técnicas recomienda las siguientes denominaciones (23).

Pieza	Espesor mm.	Ancho mm.	Largo
Tablas	mayor 10 menor 50	mayor 100	variable
Tablones	50 ó menos 75	100 ó más	

El espesor de la madera aserrada, es la característica más importante en virtud que ocasiona problemas en cuanto a tensiones internas, si no se toma en cuenta el contenido de humedad presente en la madera, el ancho y la longitud pueden modificarse, el espesor no, lo que es señalado por Jiménez (20); en la utilización final de la madera el ancho y la longitud pueden ser modificados después de secada la madera, sin que ello provoque problemas, en cambio el reaserrado en el espesor trae a menudo muchos problemas principalmente cuando no existe un buen secado, presentando tendencias a tensiones internas.

En el cuadro N<sup>o</sup> 11, existe poca uniformidad en los espesores, presentándose valores inferiores y superiores al espesor comercial, ajustándose más a estos valores el TEGAR N<sup>o</sup>2, el aserradero Santa Rosa es el único que elabora piezas menores de 1 pulgada.

Se dice que los espesores no se ajustan a los requeridos por el comercio, porque los valores obtenidos están por debajo o encima del espesor comercial. La Universidad de Chapingo (24); refiere que en la madera comercial los valores varían de 1/2, 3/4, 1 1/2 y 2 pulgadas.

Justificándose así, las limitaciones en el uso de la madera y su baja cotización en el mercado internacional.

La anchura y espesor no bien definido de las piezas elaboradas se ve influenciado por la habilidad del operador, así como la sierras que emplean ya que, utilizan igual sierra en todas las especies incurriendo así, en mayores pérdidas en concepto de aserrín y reducción en anchura y espesor de la madera aserrada.

La presencia de anchos de 0.5 pulgadas, explica el bajo aprovechamiento en Santa Rosa, esto a su vez refleja que las pérdidas en concepto de aserrín son mayores. La Universidad de Chapingo(24); refiere que no se debe elaborar madera aserrada con espesores menores de 1 pulgada; entre más pequeño sea el espesor, el desperdicio por concepto de aserrín es mayor.

La utilización de este tipo de corte, obedece a que es el más sencillo y común. Existe otros tipos de corte cuya empleo depende de la calidad que se desea obtener.

#### 4.2.8 - PRODUCCION

En el cuadro Nº 1 según la producción diaria y anual así, como la capacidad instalada de cada uno de los aserraderos, se observa que no existe interrelación. La producción de acuerdo a su capacidad instalada es baja, porque tienen capacidad de procesar mayor volumen del que se asierra actualmente, existen diferentes razones que explican la baja producción de los aserraderos como son:

##### - Abastecimiento de la madera

Los aserraderos están ubicados en la zona del pacífico, en donde las pocas formaciones boscosas existentes son insuficientes para satisfacer la demanda, estos aserraderos son alimentados por la región V y Boca de Sábalo, el déficit de madera que existe ocasiona que la mayor parte de tiempo efectivo cese las operaciones normales de trabajo y por lo tanto la producción se reduce. La fuente de abastecimiento de materia prima se encuentra en lugares alejados de la industria de transformación esto aumenta los costos de producción.

##### - Maquinaria en mal estado

El uso periódico, la edad de funcionabilidad, así como el mantenimiento inadecuado de la maquinaria explica el mal estado

#### 4.2.7- SISTEMA OPERACIONAL

En las fig. 7, 8, 9 y 10, el método para designar el orden de aserrío es 1-2-3-4 y el 1-3-2-4. Caraveo (3); refiere que se debe emplear el orden 1-2-3-4 en aserraderos donde se voltean trozas con ganchos y el 1-3-2-4 su uso es normal con volteadores mecánicos. Sin embargo, es utilizado en los tres aserraderos.

En las fig. 7 y 10 se observa la forma de aserrado típico en los aserrios Santa Rosa y TEGAR N<sup>o</sup> 2, este último tipo de aserrado presenta inconveniente, de que proporciona piezas de madera con albura y duramen, esta práctica reduce la calidad de la madera aserrada. Se consideran piezas de buena calidad aquellas que presentan únicamente albura.

Al momento del asierre, es de suma importancia tomar en cuenta la relación albura-duramen; y procurar que el producto elaborado presente el menor porcentaje de piezas mixtas (albura-duramen). La madera de más alta calidad se obtiene de la albura (3).

En las fig. 8 y 9 se observa el aserrado típico en ACRIPSA en donde se realizan las operaciones de asierre y reasierre.

El tipo de corte efectuado es el corte tangencial o floreado, y consiste en que el plano de corte es tangencial a los anillos de crecimiento y perpendicular a un anillo leñoso (23).

El corte tangencial tiene el inconveniente, de que la madera tiene mayor posibilidad de presentar alabeos durante el secado, que la madera obtenida en un corte radial.



en que se encuentran actualmente, esto a su vez influye en la producción en virtud de que la reduce al emplear un mayor tiempo en reparaciones. Generalmente las operaciones de aserraderos se ven frenadas por problemas de la máquina que se encuentra en mal estado y obsoleta.

Otros factores como; la falta de respuestos para la maquinaria, escases de personal calificado, el mantenimiento inadecuado y la falta de clasificación de trocería inciden en la baja producción de los aserraderos estos a su vez también son señalados por IRENA (17). La producción actual de los aserraderos es insuficiente lo que obedece principalmente a la falta de materia prima, originando subutilización del personal y la maquinaria, es necesario tomar en cuenta lo señalado por Caraveo (3); en el negocio de la madera aserrada se debe tener aserraderos de capacidad adecuada al abastecimiento de trocería que pueda conseguir si ha de producir continuamente, ya que un aserradero que tiene que estar inactivo por falta de trocería generalmente resulta la operación más costosa por que tiene personal que ocupa puestos calificados.

La deficiente producción actual incrementa el desbalance entre la oferta y la demanda por lo que es de suma importancia garantizar el abastecimiento local de materia prima a los aserraderos.

#### 4.2.9 EFICIENCIA

En el cuadro Nº 12, el aserradero que presenta mayor tiempo efectivo es Santa Rosa, seguido de TEGAR Nº 2 y ACRIPSA, sin embargo, esto no indica que sea el más eficiente. Al comparar el volumen producido en cada aserradero con el tiempo efectivo, el aserradero que produce mayor volumen aserrado en menos tiempos es ACRIPSA, se debe tomar en cuenta si, que este aserradero posee tres máquina (ver cuadro Nº 2), por lo tanto, el más eficiente es TEGAR Nº 2 que posee una máquina, la cual realiza las operaciones de asierre y reasierre, Brown (1); refiere que en los aserraderos pequeños y modernos las operaciones de asierre y cabeceo o canteado las efectúa algunas veces la máquina y las operaciones de desorille se omiten por completo. Esta práctica reduce la eficiencia por que se invierte mayor tiempo para producir madera aserrada.

Si los tiempos de demora estuvieran a un nivel del 5% la productividad de los aserraderos podría aumentar considerablemente, por lo que hay que registrar las demoras para cuantificar como incide cada uno de los factores.

El grado de tecnificación del personal es importante por que puede incrementar la eficiencia y por lo tanto la producción de los aserraderos.

El empleo de técnicas inadecuadas de corte, puede ser por la ausencia de especialización o tecnificación del personal que

labora o por solicitud del propietario de la madera, el cual requiere determinadas dimensiones práctica que obliga al operador a realizar corte inadecuado. El personal que labora en los diferentes aserraderos no poseen ningún grado de capacitación por lo que se trabaja de forma empírica, en ACRIPSA el operador y el canteador son los únicos que son tecnificados.

En los aserraderos se realizan un sin número de operaciones físicas, por lo que es necesario distintos niveles de preparación para el personal que labora.

Los niveles de preparación se agrupan en la siguiente forma; Personal especializado, semi especializado y sin especializar. El operador, el mecánico de mantenimiento y el afilador deben de ser capacitado; la FAO (9) los ubica como especializados, el operador de la retestadora y canteadora se clasifican como semi especializado y sin especializar a los apiladores de madera y manipuladores de troza.

La seguridad es un factor importante para el personal que labora, sin embargo, en los aserraderos Santa Rosa y TEGAR N° 2, los trabajadores no cuentan con equipos de protección, únicamente ACRIPSA proporciona estos equipos, a la vez que presenta el mayor número de personal (ver cuadro N° 13), sin embargo, es el menos eficiente y menos productivo, el factor más relevante en la baja producción fue la falta de materia prima.

#### 4.2.10. DIABRAMA DE FLUJO.

En los aserraderos Santa Rosa y TEGAR Nº 2 en el proceso básico de aserrió la máquina de aserrar realiza las operaciones de asierre y reasierre, el producto elaborado no es sometido a criterio de clasificación, prácticamente la madera aserrada es producida en bruto y en verde.(ver fig. Nº 11 y 12). ACRIPSA presenta un proceso más completo aunque omite las operaciones de tratamiento de preservación y secado de la madera (ver fig. Nº 13).

## V.- CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se concluye:

- 1.- En las tres fórmulas para cubicar la madera en rollo no existe diferencias significativas.
- 2.- En la utilización de dos reglas de estimación maderera y los resultados directos de la medición de la madera aserrada en los aserraderos TEGAR Nº 2 Y SANTA ROSA existe diferencias significativas, no así en ACRIPSA. Esto puede ser influenciado por la falta de homogeneidad de la muestra y por el número de observaciones presente en cada aserradero.
- 3.- El aserradero que presenta nominalmente mayor coeficiente de aserrio promedio es el TEGAR Nº 2 seguido de Santa Rosa y ACRIPSA, sin embargo, los dos primeros aserraderos realizan únicamente labores de asierre y reasierre de la madera está, última práctica en ocasiones es omitida, por lo tanto el mayor aprovechamiento lo presenta ACRIPSA por realizar labores de canteo, cabeceo, selección y saneo de la madera.
- 4.- Las menores pérdidas las presenta TEGAR Nº 2 seguido de Santa Rosa y ACRIPSA los factores que incidieron mayormente son; el tipo, espesor y afilado de la sierra, así como; defectos y estado físico de la madera, control de calidad y operaciones de aserraderos, los sub productos de la transformación primaria no son utilizados por la industria de transformación secundaria o terciaria.

- 5.- Se procesa un número determinado de especie lo que indica que existe desconocimiento de las propiedades físico-mecánico de la madera además, de que la mayor parte de especie utilizada es por tradición.
- 6.- El control de calidad que se realiza es el ancho y espesor, los cuales no están bien definidos, son las únicas características que se toman en cuenta en los tres aserraderos, sin embargo, no se ajustan a lo requerido por el comercio.
- 7.- La madera aserrada, según su contenido de humedad es comercializada en estado verde, por lo que estará sujeta a tensiones interna, y ataque de insectos por lo tanto la durabilidad será reducida.
- 8.- El tipo de corte utilizado en cada aserradero, es el tangencial o floreado y el orden de aserrío es del tipo 1-2-3-4 y 1-3-2-4, se realiza un tipo de corte inadecuado en dos de los tres aserraderos el cual origina piezas mixtas (albura-duramen).
- 9.- La producción en relación a la capacidad instalada es baja esto se debe principalmente a factores como el abastecimiento de materia prima, grado de tecnificación del personal y la maquinaria en mal estado.
- 10.- La mayor producción y eficiencia la presenta el TEGAR Nº 2. Los factores que reducen la eficiencia son; la falta de materia prima, descompostura del carro y número de máquinas disponibles.

## VI.- RECOMENDACIONES

- 1.- Elaborar una tabla de volumen de madera aserrada utilizando el producto aserrado de las trozas por regresión lineal y con un número de muestra necesaria para realizar una estimación más real del volumen de la industria de aserrío.
- 2.- Realizar un estudio ergonómico sobre las condiciones de los trabajadores de cada aserradero.
- 3.- Realizar un estudio sobre los factores que inciden en la reducción de la eficiencia a través de un registro para cuantificar las demoras.
- 4.- En cada aserradero los valores obtenidos en el ancho y el espesor están por debajo de lo requerido por el comercio, es necesario tomar en cuenta las contracciones a la que está sujeta la madera por la pérdida de humedad y establecer valores superiores, ya que la madera aserrada es comercializada en estado verde.
- 5.- Determinar a través de un estudio las pérdidas por concepto de aserrín y costeros.
- 6.- Realizar un estudio económico para determinar la rentabilidad de los aserraderos.

## BIBLIOGRAFIA.

- 1.- BROWN C. N. ; BETHEL S.J. ; 1983. Industria de la madera. 5ta edición ,Mexico . 397 p.
- 2.- CALERO SEQUEIRA CLAUDIO . 1987. Curso basico sobre plantaciones forestales. ISCA/ ECFOR ;Dpto. de silvicultura. Managua, Nicaragua, 44 p.
- 3.- CARAVEO M. ANTONIO . La madera aserrada ira . edicion Chich. México. 332 p.
- 4.- CARRILLO Y. MAXIMILIANO ; 1972. Estudio comparativo del procesamiento de la madera aserrada en los aserraderos del Dpto de Managua. ENAG Trabajo de diploma profesional. Managua ,Nicaragua . 113 p.
- 5.- CATIE: 1986. Departamento de recursos naturales renovables. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central : resultados de 5 años de investigación . Turrialba, Costa Rica; 228 p.
- 6.- CORFOP: INTERFOREST .1984. Plan Nacional de desarrollo forestal. Managua, Nicaragua .112 p.
- 7.- DE CAMINO RONNIE .: 1987. El sector forestal en las economías de los países en desarrollo. CATIE; Documento. Turrialba. Costa Rica. 19 p.



- 8.- FAO.; 1981. Proyecto de evaluación de los recursos forestales (en el marco de SINUVIMA) .; 1979. Los recursos forestales de la América Tropical. Roma; 343 p.
- 9.- FAO; MONTES.;1982. Aserraderos pequeños y medianos en los países en desarrollo . Roma; 302 p.
- 10.-GALLEGOS V. H., RIOS J. R. , CASABONNE R.C.; 1987. Construcción de estructuras ; Manual de obras. 5ta. edición . Lima ,Perú; 307 p.
- 11.-GUATEMALA G. M. ; SEPULVEDA R. N. ;1987. Estudio de las propiedades químicas ,anatómicas y físico-mecánicas de tres especies forestales de importancia económica. ISCA ; Trabajo de diploma profesional . Managua, Nicaragua; 146 p.
- 12.-GONZALEZ C. ORLANDO ; 1984. Ordenación forestal. Habana, Cuba; 160 p.
- 13.- HERRERA H. ZOILA. ; 1987.uso potencial de 45 especies maderables Nicaragüense . Boletín técnico Nº 12 . IRENA, Laboratorio de tecnología de la madera . Managua.Nicaragua; 146 p.
- 14.-IRENA .; 1980. Introducción a los recursos naturales y el ambiente en Nicaragua . Managua , Nicaragua; 129 p.
- 15.-IRENA. ; 1980. Primer seminario nacional sobre recursos naturales y el ambiente . Managua ,Nicaragua; 186 p.

- 16.-IRENA.; 1983. Estrategia de los recursos naturales y el medio ambiente de Nicaragua (1984-2000).  
Managua ,Nicaragua; 150 p.
- 17.-IRENA ; INTERFOREST / SWEDFOREST .; 1985 . Plan de desarrollo Forestal de la república de Nicaragua ; informe principal. Estocolmo ,Suecia; 130 p.
- 18.-IRENA ; INTERFOREST / SWEDFOREST .; 1985. Plan de desarrollo forestal de la república de Nicaragua . Anexo I ; estudio de mercado.Estocolmo , Suecia; 132 p.
- 19.-IRENA .;1988. Dirección de regulación y control. Documento de trabajo Nº. 3 Asesoría técnica.  
Managua, Nicaragua; 18 p.
- 20.-JIMENEZ CH . GILBERTO . Aserraderos operaciones y mantenimiento . México; 302 p.
- 21.- MED .; 1983. Departamento de educación técnica industrial. Maderas usadas en carpintería de la construcción . Managua, Nicaragua; 13 p.
- 22.-TUSET RINALDO .; 1897. Forestación para productos agropecuarios, plantación y uso del árbol en el establecimiento rural. Paraguay; 362 p.
- 23.-TUSET R. , DURAN F.; 1986. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización (aserrado , secado, descortezado , partículas )  
Uruguay ; 688 p.

24.-UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO .; 1987. División de Ciencias Forestales. Dendrometría , serie de apoyo académico Nº 26. Chapingo, México ; 302 p.

## **ANEXOS**

Cuadro Nº 16 Personal en los aserraderos, Masaya ;1988.

Personal	Santa Rosa	TEGAR Nº 2	ACRIPSA	Total
gramilero	1	1	1	3
aserrador	1	1	1	3
tablero	3	3	4	10
mulero	1	1	1	3
tensionista	1	2	2	5
ayudante de la canteadora	-	-	1	1
Aserrinero	-	-	1	1
fiscal	-	-	1	1
administración	1	1	23	25
TOTAL	8	9	35	52

Cuadro Nº 13 ANDEVA del aserradero Santa Rosa.

F v	Gl	Sc	Ce	Fc	Ft
Tratamiento	2	0.07319	0.03659	19.52 *	3.35 (5%) 5.49 (1%)
Error	27	0.05061	0.001874		
Total	29	0.1238			

Cuadro Nº 14 ANDEVA del aserradero TEGAR Nº 2.

F v	Gl	Sc	Ce	Fc	Ft
Tratamiento	2	0.07374	0.03687	12.1	3.35 (5%) 5.49 (1%)
Error	27	0.08186	0.00303		
Total	29	0.1556			

Cuadro Nº 15 ANDEVA del aserradero ACRIPSA.

F v	Gl	Sc	Ce	Fc	Ft
Tratamiento	2	0.01214	0.00607	0.07	3.35 (5%) 5.49 (1%)
Error	27	2.24306	0.08307		
Total	29	2.2552			

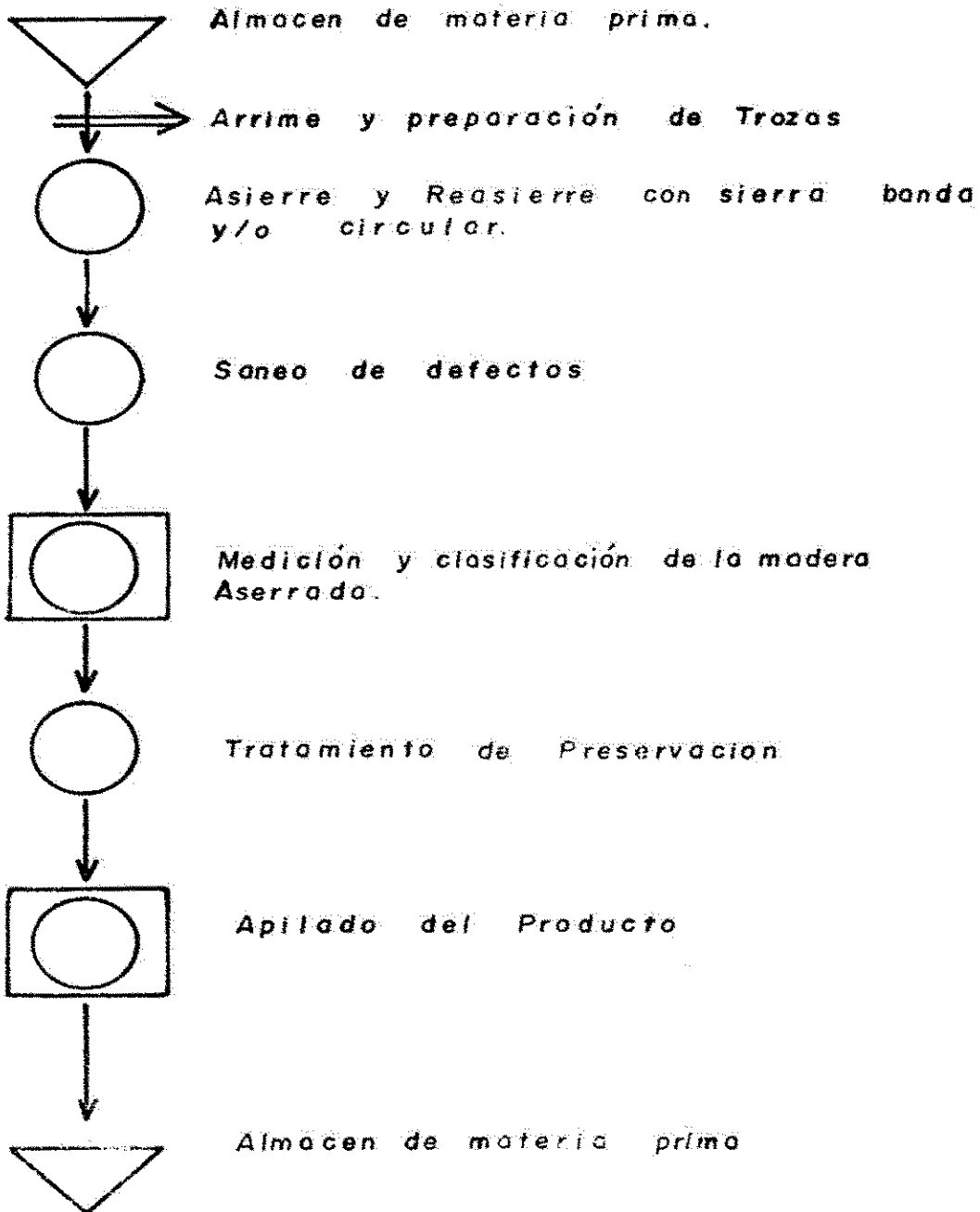
Cuadro Nº 17 Número de muestras por categoría diamétrica.

CATEGORIA DIAMETRICA	Santa Rosa				TEGAR Nº 2				ACRIPSA			
	Expresado en cm.	Coefficiente de aserrío promedio	Desviación	Nº de observ.	Nº de muestra necesarias	Coefficiente de aserrío promedio	Desviación	Nº de observ.	Nº muestra necesaria	Coefficiente promedio	Desviación	Nº de observ.
15-20	-	-	-	-	0.40	0	-	0	-	-	-	-
20-25	0.72	0.17	3	30.8	0.77	0	-	0	-	-	-	-
25-30	0.60	0.16	13	22	0.78	0.08	6	3.9	-	-	-	-
30-35	0.70	0.17	15	17.9	0.85	0.25	22	25.4	-	-	-	-
35-40	0.67	0.15	26	14	0.67	0.18	17	21.7	0.73	0.12	2	22.9
40-45	0.71	0.17	24	16.7	0.75	0.13	16	9.1	0.51	0.29	2	27.5
45-50	0.72	0.14	30	10.8	0.65	0.23	18	37.4	0.52	0.05	4	4.1
50-55	0.72	0.13	11	10	0.78	0.32	10	55	0.63	0.100	4	11.3
55-60	0.68	0.22	9	35	0.69	0.11	7	9	0.47	0.16	9	38.8
60-65	0.75	0.10	9	5.9	0.77	0.08	6	4	0.66	0.17	4	30
65-70	0.69	0.12	7	10.7	0.73	0.18	6	22.8	0.65	0.07	4	56.2
78-75	0.76	0.05	5	1.7	0.76	0.13	11	9.4	0.73	0	1	-
75-80	0.89	0.02	2	0.4	0.69	0.10	8	7.1	0.77	0.12	3	13.3
80-85	0.80	0.13	3	14.5	0.81	0.06	4	2.4	0.60	0.14	2	46.2
85-90	0.75	0	1	0	0.79	0.08	5	4.1	0.95	0	1	-
90-95	0.95	0	1	0	-	-	-	-	0.79	0.10	2	13.5
95-100	0.97	0	1	0	-	-	-	-	0.51	0.20	2	1.2
100-105	-	-	-	0	0.65	0	1	-	-	-	-	-

ANEXO  
DISTRIBUCCION DE PLANTA

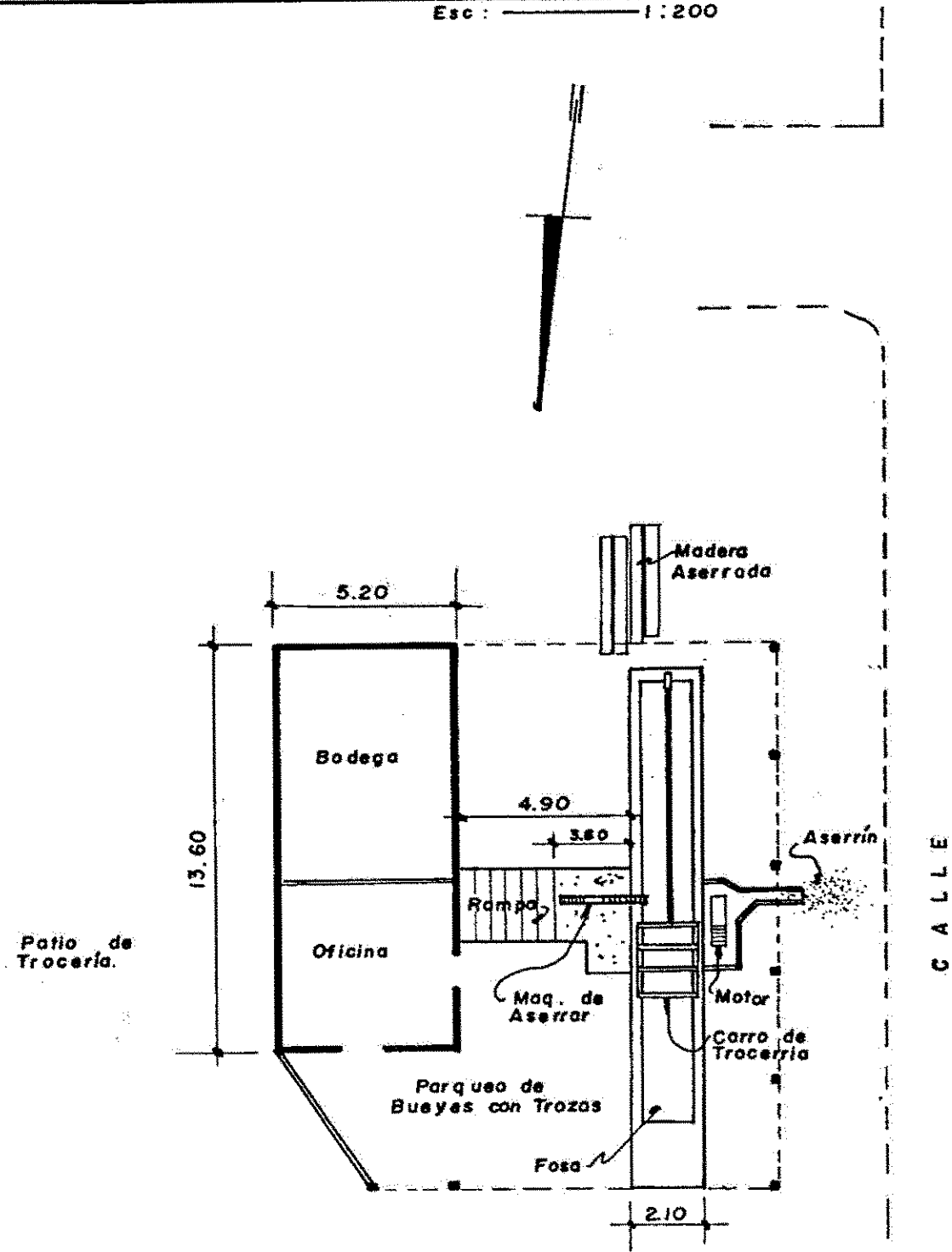


### Diagrama de Flujo MODELO.



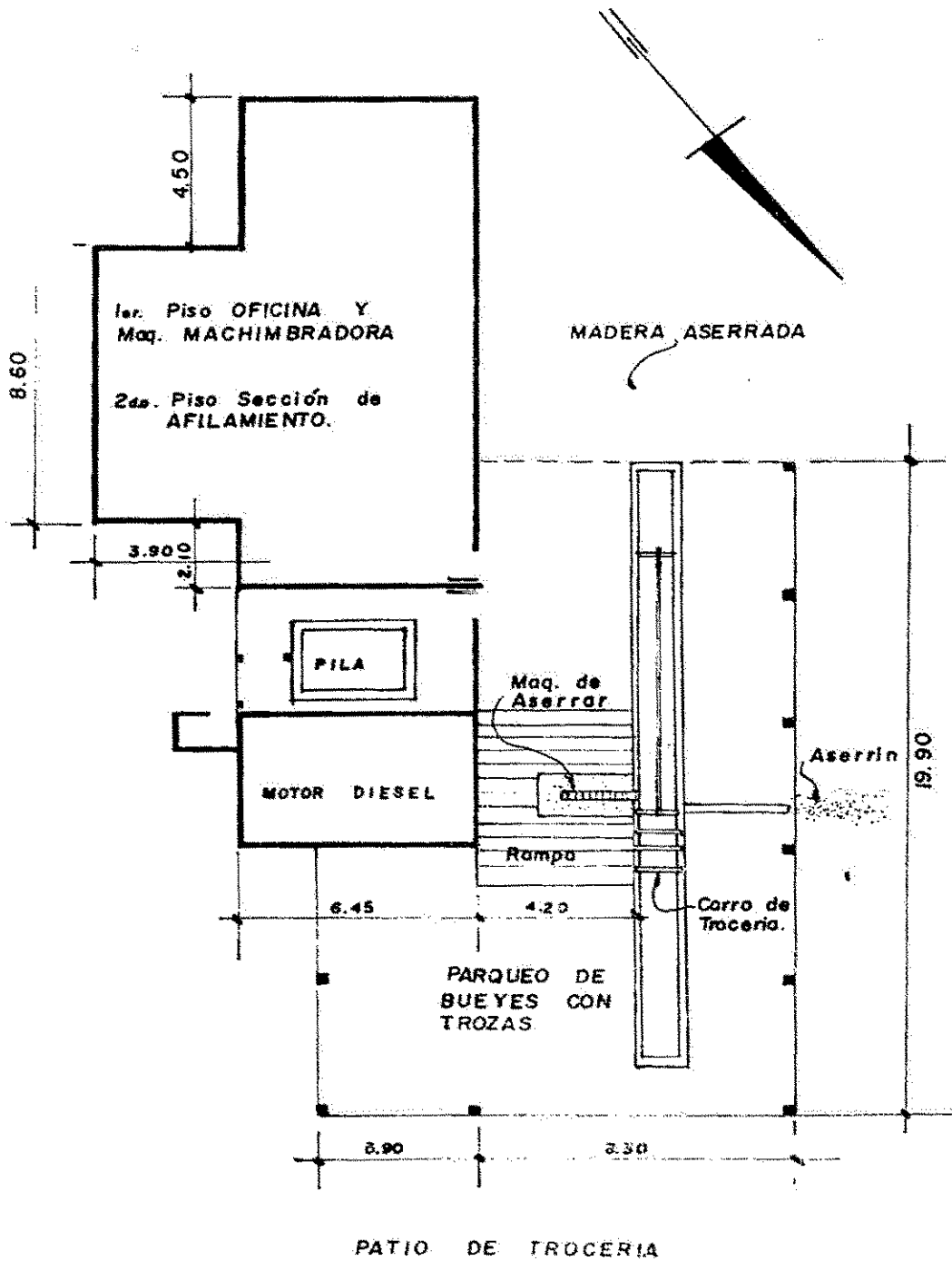
# Aserrió: Santa ROSA (Masaya).

Esc: 1:200



**Aserrió: TEGAR 2 (Masaya.)**

Esc: 1:200



# Aserrió : ACRIPSA (Masaya).

Esc : 1:200

APILAMIENTO DE LA MADERA.

