

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE



TRABAJO DE DIPLOMA

**Evaluación preliminar del rendimiento de aserrado con
motosierra en plantaciones de Eucalipto (*Eucalyptus
camaldulensis*) en la comunidad Las Marías, Telica León**

AUTORES:

Br: Rosa Walkiria Flores Úbeda
Br: Salvador Enrique González Martínez

ASESORES:

Ing. Claudio Arsenio Calero González
Dr. Guillermo Castro Marín

Managua, Nicaragua
Enero, 2006

INDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE GENERAL	i
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE FOTOS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
RESUMEN	xi
SUMMARY	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.1.1 General.....	3
1.1.2 Especifico.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Principales factores que influyen en el rendimiento de la materia prima.....	4
2.1.1 La experiencia del operador.....	4
2.1.2 El diámetro de las trozas.....	4
2.1.3 La forma de la troza.....	5
2.1.4 Las dimensiones de las piezas aserradas.....	5
2.2 Los métodos de aserrados.....	5
2.3 Concepto de motosierra.....	5
2.4 Ventajas y desventajas de la motosierra en el aserrado de madera....	6
2.4.1 Ventajas.....	6
2.4.2 Desventajas.....	6
2.5 Motosierra con marco.....	6
2.6 Pérdidas por aserrín.....	7
2.7 Descripción general de la especie.....	8
2.7.1 Taxonomía de la especie.....	8
2.7.2 Distribución y requerimientos ecológicos.....	8
2.7.3 Descripción botánica y caracteres especiales del crecimiento.....	9
2.7.4 Usos.....	10
2.8 Madera en rollo.....	10

2.8.1	Fórmula de Smalian.....	11
2.8.2	Fórmula Huber.....	11
2.8.3	Fórmula de Newton.....	11
2.9	Madera aserrada.....	12
2.9.1	Regla Scribner.....	13
2.9.2	Regla Doyle.....	13
2.9.3	Regla Internacional.....	14
2.10	Medidas usadas en la madera aserrada.....	14
2.10.1	Longitud de la madera.....	14
2.11	Defectos que influyen en la calidad de la madera aserrada.....	15
2.11.1	Defectos procedentes de las trozas.....	15
2.11.1.1	Nudos.....	15
2.11.1.2	Heridas superficiales.....	15
2.11.1.3	Perforaciones de insectos.....	15
2.11.1.4	Rajaduras.....	16
2.11.1.5	Madera podrida.....	16
2.11.2	Defectos causados por el corte.....	16
2.11.2.1	Arista faltante.....	16
2.11.2.2	Dimensiones inexactas.....	16
2.11.2.3	Madera alabeada.....	16
2.11.2.4	Rayado en el aserrín.....	17
2.11.2.5	Rajaduras.....	17
2.11.2.6	Madera manchada por los hongos y mohos.....	17
2.12	Ganancia Neta.....	17
2.13	Aspecto socioeconómico de Las Marías.....	17
III	MATERIALES Y METODOS.....	19
3.1	Ubicación y descripción general del sitio.....	19
3.1.1	Localización.....	19
3.2	Acceso.....	19
3.3	Características biofísica.....	21
3.3.1	Clima.....	21
3.3.2	Suelos.....	21
3.3.3	Vegetación.....	22
3.3.4	Topografía.....	23
3.4	Proceso metodológico.....	23
3.4.1	Localización de la muestra.....	23
3.4.2	Procedimiento para la recolección de la información.....	23
3.4.3	Análisis de la información.....	26

3.5 Espesores y anchos de madera aserrada en este estudio.....	29
3.6 Materiales.....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	31
4.1 Resultados.....	31
4.1.1 Cubicación de la madera en rollo	31
4.1.2 Estimación de la madera aserrada	32
4.1.3 Rendimiento de la madera aserrada	34
4.1.4 Pérdidas por aserrín.....	38
4.1.5 Ganancia neta.....	39
V. CONCLUSIONES.....	42
VI. RECOMENDACIONES.....	43
VII. BIBLIOGRAFIA.....	44
VIII. ANEXOS.....	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Producción real versus la estimada por las reglas madereras en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.....	34
2	Rendimiento de las trozas y según el volumen expresado por Smalian, comunidad Las Marías, Telica, 2005.....	36
3	Rendimiento de las trozas según el volumen expresado por Newton, comunidad Las Marías, Telica, 2005.....	37
4	Rendimiento de las trozas según el volumen expresado por Huber, comunidad Las Marías, Telica, 2005.....	38
5	Descripción de costos en las etapas de transformación de la madera en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.....	39
6	Estructura de costos en las etapas de transformación de la madera en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.....	40
7	Descripción de ingresos que se obtienen de los productos del aserrado en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.....	41

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Mapa de localización de la micro cuenca Las Marías, donde se realizó el estudio, municipio de Telica departamento León, 2005.....	20
2	Modelo de medición de una troza en sus tres secciones diámetro (mayor, medio y menor) y su longitud.....	24
3	Comparación de las tres fórmulas utilizadas para medir madera en rollo en Las Marías, (Telica 2005).....	31
4	Estimación del volumen calculado por las reglas y el calculado por medición directa, (Telica 2005).....	33

INDICE DE FOTOS

Foto		Página
1	Aserrado utilizando motosierra con marco, Toncontín, Honduras.....	6
2	Proceso de aserrado de la madera de eucalipto, utilizando motosierra en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.....	25
3	Medición final de productos obtenidos en el proceso de aserrado en madera de eucalipto, Las Marías, Telica, 2005.....	25

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Hoja de registro para la madera en rollo dispuesta para el proceso de aserrado, en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.....	47
2	Hoja de registro de las dimensiones de los productos aserrados en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.....	48
3	Cuadro de diámetros en centímetros y longitudes de fustes en metros y su volumen en metros cúbicos.....	48
4	Diámetros en (centímetros y pulgadas), longitud en (metros y pies) de las trozas.....	49
5	Comparación de tres fórmulas para calcular volumen en rollo en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.....	49
6	Cuadro de tablas con sus dimensiones correspondientes obtenidas producto del aserrado.....	50
7	Cuadro de cuarterones con sus dimensiones correspondientes obtenidas producto del aserrado.....	51
8	Cuadro de reglas con sus dimensiones correspondientes obtenidas producto del aserrado.....	52
9	Análisis de varianza en tres fórmulas para cubicar madera en rollo (Smalian, Huber y Newton) en la comunidad Las Marías.....	53
10	Comparación de volumen obtenido por la medición directa versus el estimado por las reglas, en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.....	53
11	Análisis de Mann- Whitney en la medición Directa y la Regla Internacional en la comunidad Las Marías, Telica 2005.....	53
12	Análisis de Mann- Whitney en la medición Directa y la Regla Scribner en la comunidad Las Marías, Telica 2005.....	54
13	Análisis de Mann- Whitney en la medición Directa y la Regla Doyle en la comunidad Las Marías, Telica 2005.....	54
14	Formato de costos en las etapas de transformación de la madera en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.....	54
15	Formato de ingresos en las etapas de transformación de la madera en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.....	55

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento:

Al proyecto **UNA/FUNICA/TELICA**, por el apoyo financiero para la realización de este estudio.

A la **Universidad Nacional Agraria**, alma mater que nos acogió cálidamente durante cinco años y nos brindó un cuerpo de docencia interesado en nuestra formación profesional.

A nuestro asesor **Ing. Claudio A. Calero González** por su tiempo, colaboración y por servirnos de guía en la realización de este trabajo.

Al **Dr. Guillermo Castro Marín** por su calidad de asesoría, ayuda y disponibilidad en los momentos que lo necesitamos.

Al **Ing. Edwin A. Alonzo Serrano** por ser un facilitador de materiales didácticos y por sus conocimientos transmitidos en pro de este documento.

A la **Dirección de Servicios Estudiantiles (DSE)**, por creernos merecedores de la ayuda que la misma otorga.

A la **Dirección de Extensión y Post-gradados (DIEP)**, por permitirnos utilizar sus equipos, para la escritura del presente estudio.

Al **Sr. Germán Ramírez**, por habernos permitido levantar esta información y acogernos hospitalariamente en el tiempo de estadía en su casa.

A nuestros compañeros, amigos y todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la culminación del presente documento.

DEDICATORIA

A **Dios** ser Todopoderoso dador de la vida, quien en su infinito amor y misericordia me dio la sabiduría necesaria para andar por buenos caminos y la inteligencia requerida para el día de hoy ser una profesional y por sobre todo permitirme crecer junto a mis seres queridos.

A mi madre y mejor amiga: **Martha Elena Úbeda Rivera**, mis más grande orgullo y mi mejor ejemplo por no escatimar sacrificio alguno hasta ver mi carrera coronada, por reír cuando yo reía y consolarme cuando estaba triste y por ser a quien considero un ángel en cada etapa de mi vida.

A mi abuelita **Elia Rivera López**, quien ha sido una segunda madre para mí y otorgarme sabios consejos.

A mis **Padrinos alemanes** por la confianza que en mí depositaron, por su ayuda económica y moral quienes burlando la barrera de la distancia me otorgaron su apoyo incondicional.

A mi hermana **Josselinne Melissa Flores Úbeda** por compartir junto a mí buenos y malos momentos por su sinceridad y afecto demostrado a lo largo de mi vida.

A mi tía **Aurora Úbeda** y mis primos: **Elia, Cristel y Juan Alberto** por instarme siempre a seguir adelante y ofrecerme su apoyo y cariño desinteresadamente.

A mis compañeros y amigos con quienes compartí momentos inolvidables, por creer en mí y colaborar cuando los necesité.

Rosa Walkiria Flores Úbeda

DEDICATORIA

De manera muy especial a **Dios** creador de cielos y tierra y cuanto nos rodea por haberme dado las fuerzas y la sabiduría necesaria durante esta etapa tan importante de mi vida.

Con mucho amor, respeto y admiración por su ejemplo e incansable sacrificio incondicional a mi madre y mejor amiga **Sra. Albertina Martínez Ríos** por guiarme y conducirme por el camino del bien a lo largo de mis años.

A mis hermanos: **José Alberto y Francisco Javier González Martínez** por ser como unos padres para mí y ofrecerme siempre su gran ayuda incondicional, en esta etapa tan importante de mi vida como es mi formación profesional.

A mis hermanitos: **Víctor Alfonso y Samuel Danílo M. Martínez** por ser fuente de inspiración para llegar a culminar mi profesión.

A mis abuelitos: **Epifanía Martínez Mendoza y Juan F. Ríos Alvarado** y mi tía **Hilaria Martínez Ríos** por apoyarme siempre con sus sabios y valiosos consejos que han servido de mucho en la trayectoria de mi vida.

A todos mis tíos en especial a: **Víctor Manuel, Juan Alberto y Fausto Martínez Ríos** por estar siempre a la orden, dispuestos a ayudarme en el momento que los necesité.

A todos mis primos en especial a: **Álvaro Antonio Martínez E.** por ser como un Hermano y compartir conmigo momentos de tristeza y alegría desde nuestra infancia.

Y a todos mis **compañeros y amigos (as)** que de una u otra forma colaboraron para llevarme hasta este momento de alegría.

Salvador Enrique González Martínez

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la comunidad Las Marías, Telica departamento de León; en la finca de Don Germán Ramírez. El propósito de este estudio fue evaluar el rendimiento de la madera de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) al utilizar motosierra en su aserrado. En el proceso de evaluación se utilizó un número de trece trozas de la especie eucalipto procedente de una plantación pura que no era propiedad del señor Ramírez. Estos fustes se estandarizaron en trozas de 8 pies (2.44 m) de longitud, se midieron las dimensiones de los diámetros extremos y medio para determinar el volumen en rollo utilizando las fórmulas de Smalian, Huber y Newton. Una vez medidos, se sometieron al procesado de asierre con motosierra para obtener tablas, reglas y cuarterones, a estos productos se le midieron sus dimensiones largo, ancho y grosor con el fin de determinar el rendimiento de madera aserrada. Luego se comparó la medición directa con la estimación volumétrica utilizando las reglas de estimación maderera. Se hizo la estimación de la ganancia neta de los productos obtenidos.

Al cubicarse la madera en rollo utilizando las fórmulas de Smalian, Huber y Newton no se encontraron diferencias significativas respecto al volumen estimado por cada una de ellas.

Una vez cubicada la madera en rollo, fue aserrada y medida directamente y al hacer la comparación de esta medición con tres reglas de estimación maderera (Scribner, Doyle y la Internacional) dio como resultado que existe diferencia significativa entre la medición directa y las reglas: Internacional y Scribner y que la más cercana a la medición directa fue Doyle con la que no existió diferencia significativa. Los rendimientos promedios obtenidos al realizar la transformación de la madera utilizando motosierra fue de 34.6 -39.9 % y 143.6-165.9.pie- tablar. Estos resultados se debieron a factores como: los pequeños diámetros de las trozas procesadas defectos físicos de las mismas, así como, el tipo de tecnología aquí utilizada.

En cuanto a la ganancia neta que adquirieron todas las trozas al ser procesadas fue de C\$ 393 (trescientos noventa y tres córdobas)

SUMMARY

This study was carried out in the community of Las Marias, Telica department of Leon; in the farm of Don German Ramirez. The purpose of the study was to evaluate the wood yield of Eucalyptus (*eucalyptus camaldulensis*) using a power saw for sawing. In the evaluation process thirteen logs of eucalyptus were used. The logs were getting from a pure plantation. The logs were standardized in logs of 8 feet (2,44 ms) of length, the dimensions of the end and average diameters were determined to calculate the volume. This was done using the formulas of Smalian, Huber and Newton. Once measured, they were processed with the power saw to obtain boards, rules and wooden bricks. The dimensions of these products (long, wide and thickness) were measured to determine the sawed wood yield. A direct measurement was taken with the volumetric estimation using the rules of lumber estimation. The estimation of the net benefit was made with the obtained products.

The results showed there is not significant difference in the three equations applied. Smalian, Huber and Newtons. The equations show similar results in the calculation of wood yield.

Once determined the volume of each log, they were sawed and directly measured. Comparing the volume directly measured with three log rules of lumber estimation (Scribner, Doyle and the International), it was found that exists a significant difference among them and that nearest to the direct measurement was the international one

The yields averages obtained when making the transformation of the wood using 147.6-170.2 power saw were of 34.6-39.9, % and board feet. These results were due to factors like: the small diameters of processed logs as well as, the type of technology used here.

As far as the net benefit achieved on the processed logs was of C\$ 393.

I. INTRODUCCIÓN

La microcuenca Las Marías está formada por cuatro comunidades (Los Mangles, Las Marías, Los Portillos y Las Carpas) y cuenta con una población de mil seiscientos noventa y cinco habitantes, los cuales, por los altos porcentajes de desempleo y pobreza han recurrido al uso irracional de los recursos forestales, causando deforestación en las pocas áreas boscosas existentes.

Las Marías está ubicada en la parte baja de la microcuenca y cuenta con doscientos ochenta y cinco habitantes para un total de cincuenta y siete familias en su mayoría agricultores. En la comunidad antes mencionada se hizo el estudio, con la especie de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), por la existencia de plantaciones de esta variedad, las cuales fueron establecidas por el proyecto de Los Maribios a través del MARENA hace aproximadamente diez años. Inicialmente estas plantaciones fueron establecidas con fines de protección y conservación del suelo; sin embargo, con el tiempo se convirtió en una especie forestal sometida al aprovechamiento de leña por los productores de la microcuenca

Según estudios realizados por Mercado (2005), el 68 % de la población de Las Marías utiliza el eucalipto como leña, sin embargo, solamente el 9.1 % lo comercializa.

Es por esta razón que se estimó conveniente evaluar el rendimiento de la madera aserrada con motosierra, con el fin de determinar si es beneficioso o no que los productores incurran a esta práctica como otra forma de ingreso.

Debido a que la madera en rollo proveniente de las plantaciones fue transformada a madera aserrada se determinó la ganancia neta, que este proceso generó al productor.

El presente estudio se realizó con la madera de Eucalipto la que además de ser abundante en esta comunidad, según Herrera (1993) puede usarse en construcciones de carpintería general.

Dicha madera (eucalipto) tiene buena solidez y puede ser aserrada sin problemas, confirma lo citado por Herrera; el puntualizar que en Australia esta especie se utiliza en la construcción, carpintería y en la fabricación de muebles (Fortunecity.). Según Pérez y Zeledón (2004), es una especie con alto porcentaje de rebrote al utilizar en su aprovechamiento sierras con cadenas.

Objetivos

General

- Evaluar el rendimiento de aserrado utilizando motosierra en la transformación de madera en rollo de plantaciones de Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) en la comunidad Las Marías, municipio de Telica departamento de León.

Específicos

- Comparar si existe diferencia significativa en tres fórmulas para cubicar madera en rollo.(Smalian, Huber y Newton)
- Comparar si existe diferencia significativa en tres reglas de estimación maderera (Internacional, Doyle y Scribner) y los resultados directos producto del aserrado
- Determinar los rendimientos en volumen obtenidos después del aserrado de las trozas de eucalipto al utilizar la motosierra.
- Cuantificar la ganancia neta a la madera de la especie en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La industria del aserrado tiene como objetivo fundamental transformar la madera en rollo en madera aserrada, la cual desempeña funciones claves para la economía de un país y mucho mas si se tiene en cuenta, que este recurso es abundante e inagotable cuando se aprovecha racionalmente (kontro, 1998) según Central Committee on Lumbre Standard (1923), citado por Brown y Bethel, 1983 define la madera aserrada, reaserrada longitudinalmente por una máquina standard, cortada transversalmente para dar el tamaño y el elaborado adecuado.

2.1 Principales factores que influyen en el rendimiento de la materia prima

Según referencias tomadas de (Kontro, 1998), los factores que influyen en el rendimiento de la materia prima no solo es el espesor de corte de la sierra, si no que existen otros factores que también influyen en el rendimiento; estos factores son:

2.1.1 La experiencia del operador

Es uno de los factores más importantes a considerar en el rendimiento de la materia prima. Entre más experimentado es un operador mejor es su disposición para aserrar la troza de la forma más adecuada, lo que dará como resultado un mejor aprovechamiento de la materia prima que entra a la sierra (Kontro 1998).

2.1.2 El diámetro de la troza

Cuanto mayor sea el diámetro de la troza, mayor será el rendimiento de ésta, ya que el espesor de corte es menos significativo en trozas de diámetros mayores (Kontro 1998).

2.1.3 La forma de la troza

Si las trozas tienen forma cilíndrica, la pérdida de madera al momento de procesarla es menor, ya que se necesita desperdiciar menos madera en forma de costaneras para lograr cuadrar la troza y transformarla en madera aserrada; lo contrario ocurre con trozas de forma cónica, ya que la cantidad de madera que se pierde en forma de costaneras para lograr el cuadrado de la troza es mayor (Kontro 1998).

2.1.4 Las dimensiones de las piezas aserradas

Cuanto mayor sea el espesor de las piezas aserradas, mayor será el rendimiento de las trozas, esto indica que la sierra realizó menos cortes en la troza, lo que disminuye la pérdida por aserrín y por ende aumenta el rendimiento (Kontro 1998).

2.2 Los métodos de aserrados

Según CEMAPIF (1998), los métodos de aserrado o forma de aserrar la troza son básicamente dos, el tangencial y el escandinavo.

El tangencial consiste en aserrar la troza en tablas de un solo espesor, luego las tablas se cantean para obtener la madera aserrada deseada. En el método tangencial se realizan mayores cortes en la troza lo que provoca mayor pérdida de madera en forma de aserrín.

El escandinavo consiste en cuadrar la troza por tres de sus lados, y luego transformar el timber en las piezas aserradas deseadas, al escandinavo también se le conoce como cuadrado o timber.

2.3 Concepto de motosierra

Una motosierra es un motor que por un sistema de embrague y transmisión variable transmite su movimiento a una cadena cortante que se desliza por una guía y cuya longitud es en función de las especies que hay que derribar (Tolosana, 1999).

2.4 Ventajas y desventajas de la motosierra en el aserrado de madera

2.4.1 Ventajas

- Costo de inversión y operación relativamente bajo.
- Requiere poco personal
- Es portátil

2.4.2 Desventajas

- No se obtiene un buen acabado del producto final
- Hay bastante pérdida por aserrín

2.5 Motosierra con marco.

Por lo común la motosierra es usada para la corta y troceo de árboles. Esta herramienta consiste en un motor dotado de una hoja o espada de diferentes dimensiones, con una cadena provista de dientes cortantes. Adicionalmente se le puede acoplar el llamado marco para hacer aserrío manual. (foto 1)



Foto 1 Aserrado utilizando motosierra con marco, Toncontín, Honduras.

El marco está diseñado para acoplarse a la hoja (espada) de la motosierra y puede graduarse para aserrar en diferentes grosores de corte. Está provisto de guías que facilitan su manejo (rodillos en posición horizontal y vertical); además, posee dos tornillos que se ajustan para determinar la luz (dimensión en espesor y/o ancho) del corte, los cuales deben graduarse paralelamente para obtener un corte uniforme, y una empuñadura que auxilie al ayudante durante la operación.

El marco requiere de un codal, aparejo de madera u otro material que sirve para realizar el primer corte en la troza y es la guía sobre la cual corren los rodillos horizontales.

Los aserraderos portátiles, como es el caso de la motosierra con adaptación de marco, son especialmente útiles en aserríos de pequeña escala realizados por pequeños y medianos productores (propietarios de fincas y de bosques), quienes utilizan este equipo para abastecerse de madera para reparaciones o construcción rural.

De acuerdo con la experiencia generada en la UMBN, (Unidad de Manejo de Bosques Naturales), según Fonseca y Quirós (1999) la motosierra con marco es una herramienta óptima para aserrar madera en pequeña escala. Desde el punto de vista económico el equipo es de bajo precio y de fácil operación. En cuanto a la materia prima puede tratarse de madera residual, por lo cual el aserrío maximiza el aprovechamiento integral del recurso maderero, o bien puede convertirse en una forma adecuada de procesar todo el producto. Tal es el caso de la cooperativa agroforestal de Toncontín en la región Atlántica Norte de Honduras; allí se aprovecha y procesa de esta manera. (Fonseca y Quirós 1999)

2.6 Pérdidas por Aserrín

La madera durante 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 hasta su proceso de aserrado. Sin embargo las pérdidas que se abordaron en este estudio se limitan a la pérdida que sufre la madera al momento de ser aserrada. Existen diferentes tipos de factores que justifican las pérdidas de madera, tales como: Tipo espesor y afilado de la sierra.

El tipo, espesor y el afilado de la sierra son básicos, en el proceso de aserrado, ya que determinan el desperdicio porque una sierra desafilada produce grandes pérdidas. Los espesores también incrementan el descuento a realizar por aserrín debido a que, sierras de 1/4 de pulgadas de espesor producen menores pérdidas. Y el espesor de la motosierra de este estudio era de 3/8 de pulgadas.

Los defectos de la madera contribuyen a incrementar el volumen de pérdidas, así como la calidad de la misma

2.7 Descripción general de la especie

2.7.1 Taxonomía de la especie

El eucalipto es conocido en Australia como “River Red Gum”, donde “Gum” es el nombre popular para las especies dentro del género.

Taxonómicamente la especie puede ubicarse dentro del orden Myrtales, en la familia Myrtaceae y dentro de la sub. Familia Leptospermoidae, como parte del género *Eucalyptus camaldulensis*. En Centroamérica es conocido simplemente por el nombre de Eucalipto.

2.7.2 Distribución y requerimientos ecológicos

Se encuentra en casi todo el continente de Australia. Es la especie de eucalipto de más amplia distribución, localizada a lo largo y en las cercanías de casi todos los cursos de agua estacionales, en las zonas áridas y semiáridas. Debido al gran rango

de distribución, existen diferentes comportamientos según el origen de la semilla. En Nicaragua se introdujeron 2 procedencias de semillas y se han plantado en la zona del Pacífico, como cortinas rompevientos y en plantaciones puras se ha comenzado a introducir en otras áreas del país. Pérez y Zeledón (2004), citando la ficha descriptiva del eucalipto.

En su distribución natural en Australia la precipitación está en el rango de 200-1250 mm anuales, pero en Nicaragua se ha plantado desde 620-1700 mm/año. En América Central se le ha plantado en sitios con temperaturas medias entre 20 y 29°C. Aunque es un árbol de llanuras fluviales, algunas procedencias pueden plantarse en tierras altas. En América Central se ha plantado desde el nivel del mar hasta 1200 msnm. En Nicaragua se le ha plantado en sitios desde 40 msnm (El Gurú, San Juan del Sur) hasta 480 msnm (San Isidro, Sébaco). Se adapta a un gama amplia de suelos, desde pobres a periódicamente inundados; sin embargo en suelos compactados por sobre pastoreo, poca humedad disponible y falta de preparación, el crecimiento se ve afectado. Pérez y Zeledón (2004), citando la ficha descriptiva del eucalipto.

2.7.3 Descripción botánica y caracteres especiales de crecimiento

El eucalipto es un árbol que alcanza entre 25 y 50 m. de altura en sus área de distribución natural, presenta copa abierta e irregular tronco torcido y corteza blanquecina y caduca en tiras anchas de color grisáceo a marrón; sus hojas adultas son coreáceas y rígidas, delgadas, pecioladas y pendientes con bordes lisos y nervación oblicua, penninervas y anastomosadas; color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés. Sus inflorescencias se producen en cimas dicasiales y sus flores son pequeñas con numerosos estambres blancos. Sus frutos son cápsulas que cuando maduros son color marrón, las semillas que producen son muy pequeñas y su tamaño va de uno a dos milímetros de diámetros aproximadamente; además de las semillas las cápsulas desprenden óvulos no fertilizados llamados paráfrasis (FAO 1980).

Entre otras características el eucalipto presenta una gran capacidad colonizadora debido a su abundante producción de semillas y otros mecanismos de reproducción entre lo que se encuentran el lignotubérculo, brotes indefinidos y yemas de tipo accesorio desnudas y epicórmicas; las cuales crecen y reemplazan tejidos dañados con gran rapidez y eficacia de igual manera presenta una elevada producción de rebrotes por tocón. Estas cualidades hacen que el eucalipto pueda prosperar y producir cosechas aceptables en suelos relativamente pobres con estaciones secas prolongadas o en situaciones de inundaciones periódicas

La madera presenta albura de color castaño muy pálido, duramen amarillo rojizo, textura media; grano entrecruzado, superficie medianamente lustrosa, olor y sabor no característico (Herrera, 1993).

2.7.4 Usos

Puede usarse en construcción rústica, como madera en rollo, postes, estacas, construcciones, carpintería en general y artículos torneados. Otros usos: Reforestación, leña y carbón, sistemas agroforestales y usos medicinales (Herrera, 1993). Su madera presenta cierta tendencia a torcerse por el secado. Presenta densidad media con una densidad básica de 0.591 gr/cm^3 densidad anhidra de 0.674 gr/cm^3 contracción volumétrica total moderada (12.206 %) y relación de contracción normal (1.824 %), sus propiedades mecánicas son bajas a medianas clasificando su madera como estructural del grupo B; seca al aire a un velocidad lenta con defectos moderados tales como arqueaduras y curvaturas. Pérez y Zeledón (2004),

2.8 Madera en rollo

Es la madera en estado natural, una vez apeado el árbol con o sin corteza puede ser redonda, rajada, escuadrada o en otras formas (Dykstra, 1996).

Troza, es la sección del fuste o de las ramas más gruesas de un árbol apeado una vez desramado y trozado (Dykstra, 1996).

El volumen de madera en trozas individuales, para distinguirlas de madera apilada que también está en trozas se determina mediante fórmulas de aproximación. Para tal efecto se divide la troza o el fuste entero en un número suficientemente grande de secciones, las cuales luego se consideran como conos truncados con una aproximación muy grande a cilindros (Henning, 1972).

Para la cubicación (el cálculo de volumen) de cada sección normalmente se utiliza uno de los siguientes procedimientos:

2.8.1 Fórmula de Smalian

En el procedimiento de Smalian para la cubicación comercial de trozas se parte de las áreas de sus secciones extremas y su longitud. Esta fórmula da buenos resultados para trozas de tipo paraboloides y para formas cilíndricas. (Prodan, *et al* 1997).

$$V = 0.7854 [(D^2 + d^2)] / 2 * L$$

2.8.2 Fórmula de Huber

De los métodos comerciales, el de Huber es seguramente el más sencillo pues para obtenerse el volumen de un fuste basta multiplicar el área de su sección media por su longitud. Por medio de esta fórmula se obtienen buenos resultados para trozas cilíndricas y de tipo paraboloides truncados. Pero subestima el volumen real en trozas cónicas y de tipo neiloide. La ventaja de esta fórmula con respecto a Smalian es que las operaciones son más fáciles. (Prodan, *et al* 1997).

$$V = S_m * L$$

2.8.3 Fórmula de Newton

Para la cubicación de trozas, en lugar de emplear la fórmula general de los paraboloides de revolución puede emplearse la fórmula de Newton, la cual se puede aplicar a un mayor número de cuerpos geométricos así como para fustes completos y trozas. Esta fórmula es la que se considera más precisa. En trozas cilíndricas y cónicas es de muy buen resultado. En paraboloides subestima el volumen real y en el elipsoide sobrestima el volumen real. (Prodan, *et al* 1997).

$$V=L / 6 (S_o+4S_m+S_1)$$

2.9 Madera aserrada

Es el producto del aserrío a partir de la troza (Dykstra, 1996). Son piezas de madera maciza que se obtienen por aserrado normalmente están escuadradas, es decir sus caras son paralelas entre sí y sus cantos son perpendiculares a las caras. (CONFEMADERA 2005).

Es común en la práctica forestal entregar las existencias de la materia prima (Fustes completos o trozas) en unidades del producto final a obtener; las ecuaciones o fórmulas que entregan la cuantía de producto para el caso de la madera con destino aserrable se denominan reglas madereras (Prodán, *et al* 1997).

En el caso de trozas destinadas a aserraderos, la cuantía de producto se comercializa y mide generalmente en pies madereros (Prodán, *et al* 1997).

El rendimiento en volumen aserrado de madera rolliza se estima tradicionalmente empleando reglas madereras. Estas corresponden a representaciones gráficas de la relación entre dimensiones características de las trozas y el volumen del producto

aserrado que rendiría una troza bajo una serie de supuestos o experiencias prácticas. Algunas reglas madereras de uso corriente en (ámbito) práctica forestal se describen a continuación.

2.9.1 Regla Scribner

De acuerdo a (Henning, 1972) fue formulada por J. M. Scribner en el año 1846. La regla asume un grosor de sierra de un cuarto de pulgada y subestimaciones en los diámetros grandes.

Esta regla se basa en el dibujo a escala, sobre secciones circulares que representan la cara correspondiente al diámetro menor de una troza, de las piezas de madera aserrada que pueden obtenerse durante el proceso de aserrío. Según Prodan *et al* (1997), los supuestos siguientes fueron los que se utilizaron para su construcción:

- Circularidad de la cara menor y rectitud de la troza
- No se aprovechaban piezas de largo menor a la longitud de la troza
- El espesor es 1 pulgada
- El ancho de corte de 1/4 de pulgada
- El largo de las trozas es de 16 pies

El volumen de trozas de otras longitudes se obtiene proporcionalmente al nuevo largo, $V = L/16$

$$V = 0.79 D^2 - 2D - 4*L/16$$

2.9.2 Regla Doyle

De acuerdo con (Henning, 1972). Esta regla fue establecida en 1825 por Edwar Doyle, y es muy usada, aunque tiene graves desventajas por el hecho que subestima mucho el volumen de trozas con diámetros pequeños y que sobre estima en algo el

volumen de trozas con diámetros grandes. Y refiere que esta regla asume un ancho de corte de 5/16 de pulgadas.

El factor de ajuste (1- 0.25) se explica por una supuesta pérdida por ancho de corte y contracción que alcanza un 25%. La reducción impuesta al diámetro de las trozas (D-4) vendría a compensar las pérdidas de tapas y cantoneras. Se ha comprobado que esta regla subestima para diámetros pequeños y sobre estima para diámetros grandes. Las estimaciones son ajustadas en general cuando el diámetro de las trozas fluctúa entre 26 y 36 pulgadas (Prodan, *et al* 1997).

$$V = ((D- 4)^2 * L) / 12 * (1 - 0.25)$$

2.9.3 Regla Internacional

Según (Henning 1972) fue desarrollada por Clark 1906 Se basa en la reducción en volumen que experimenta el cilindro correspondiente al diámetro menor (D) de una troza; la longitud unitaria asumida es de 4 pies.

Otros supuestos:

- Troza circular y recta:
- Conicidad de 0.5 pulgadas cada 4 pies
- Ancho de corte de 1/8 de pulgadas y reducción por contracción de 1/16 pulgadas.
- Se obtienen solo piezas de 1 pulgada de espesor (Prodán, *et al* 1997).

La fórmula utilizada para trozas de 8 pies es la siguiente:

$$V_{pt} = 0.398 D^2 - 1.085D - 0.2712$$

2.10 Medidas usadas en la madera aserrada

2.10.1 Longitud, espesor y ancho de la madera

La longitud más común de madera aserrada es de 4 a 20 pies con incrementos de dos pies, el espesor oscila entre 1/2 y 2 pulgadas, en cuanto al ancho varía entre 4 a 12 pulgadas con incremento de 2 pulgadas (Rodríguez, 1978).

2.11 Defectos que influyen en la calidad de la madera aserrada

A continuación se presentan algunos de los defectos que se encuentran en la madera aserrada y que dan causas, que una pieza de madera aserrada caiga en un grado inferior (López, 1985).

2.11.1 Defectos procedentes de las trozas

2.11.1.1 Nudos

Cada árbol tiene nudos, pero el tamaño y la cantidad de estos varían.

Cuando se obtiene el aserrín de trozas cortadas de un árbol, no se pueden eliminar los nudos, sino que, estos se quedan incrustados en la madera aserrada. Cuando los nudos son grandes o el número de nudo es elevado, la calidad de una pieza de madera aserrada es inferior (López, 1985).

2.11.1.2 Heridas superficiales

Cuando un árbol vivo se daña la corteza, en la parte de la madera, bajo la herida queda huella de este daño. La corteza puede entrar dentro de la madera y en el aserrado de la troza el defecto se presenta en la tabla (López, 1985).

2.11.1.3 Perforaciones de insectos

Cuando se tumba un árbol a menudo casi inmediatamente los insectos atacan la madera y empiezan a hacer huecos, que después se presentan en la madera aserrada reduciendo la calidad (López, 1985).

2.11.1.4 Rajaduras

En el tumbado y en el trozado o por causa de secado de trozas los extremos se rajan. Estas rajaduras, dependiendo de su magnitud son defectos si se presentan en la madera (López, 1985).

2.11.1.5 Madera podrida

Las trozas a menudo tienen partes de madera podrida, especialmente en el corazón (médula). La madera podrida en los productos aserrados es un defecto grande (López, 1985).

2.11.2 Defectos causados por el corte o durante el almacenamiento de la madera aserrada

2.11.2.1 Arista faltante

Cuando en los cantos de la madera aserrada en toda su longitud no están completas, o sea en alguna parte el corte transversal no tiene forma rectangular, la pieza de madera puede tener una o dos aristas faltantes (López, 1985).

2.11.2.2 Dimensiones inexactas

Los espesores y los anchos de una pieza de madera aserrada deben cumplir con sus medidas nominales, cuando la madera está seca, sino, la pieza tiene un defecto grande (López, 1985).

2.11.2.3 Madera alabeada

Una tabla puede estar torcida en su canto, en su cara, puede estar torcida en dos direcciones teniendo una forma de hélice. El primer y el tercer defecto se consideran grandes (López, 1985).

2.11.2.4 Rayado en el aserrín

La superficie de una pieza puede estar fuertemente rayada por uno o algunos dientes de la sierra, cuando los dientes están fuera de su línea normal. Estas rayas grandes puede reducir la calidad de la madera aserrada (López, 1985).

2.11.2.5 Rajaduras

A menudo con el secado demasiado rápido los extremos de las piezas de madera se rajan (López, 1985).

Es la separación de los elementos constitutivos de la madera, cuando atraviesa o no el grosor de la pieza. (Chan M. *et al* 2002)

2.11.2.6 Madera manchada por los hongos y mohos

En la madera mal almacenada los hongos cubren las tablas y causan un color azul en la superficie de la madera o es peor cuando el color azul ha entrado más profundo, la madera cubierta con hongo negro (mohos) pierde totalmente su valor comercial (López, 1985).

2.12 Ganancia Neta

Es la diferencia entre el total de los ingresos y el total de los costos. Son los ingresos adicionales por arriba de los costos de operación. (Case y Fair 1997).

2.13 Aspecto socioeconómico de Las Marías.

La principal actividad socioeconómica de esta comunidad es la agricultura. Cuenta con 285 habitantes y 57 familias. Solamente el 10 % de la población goza de energía eléctrica en sus hogares, el servicio de agua potable es a través de una bomba de pozo y su sistema de transporte es privado colectivo.

Exactamente el 72.2 % se dedica a la agricultura el 27.3 % restante distribuidos en porcentajes de 9.1% se dedican a actividades domésticas, leñadores y otros oficios respectivamente. Los oficios adicionales en este caso son por ejemplo: docencia, vigilantes o que trabajan en el exterior. (Mercado y Mairena 2005)

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación y Descripción General del Sitio

3.1.1 Localización

La comunidad Las Marías se ubica dentro de la microcuenca Las Marías, la que tiene una extensión territorial de 45.67 Km² y está compuesta por tres comunidades más: (Los Mangles, Los Portillos, Las Carpas), localizada entre las coordenadas 86° 55' 30" y 86° 50' 57" de longitud Oeste y 12° 37' 07" y 12° 41' 38" de latitud Norte. Pertenece al departamento de León, limitando al Norte con el municipio de Villanueva, Chinandega, al sur con el municipio de León, al Este con el municipio La Reynaga y al Oeste con el municipio de Quezalguaque y Posoltega (Hernández y Acuña, 2004). En la figura 1, se presenta la ubicación de la microcuenca Las Marías.

3.2- Acceso

La comunidad Las Marías tiene un camino de fácil acceso para vehículos en época seca, el cual une a las cuatro comunidades que lo conforman, sin embargo, presentan limitantes en la época lluviosa ya que el camino se torna intransitable debido a que convierte en un cause, el cual se llena hasta cierta altura de agua y arena que viene de las partes altas de la micro cuenca (Hernández y Acuña, 2004).



Figura 1. Mapa de localización de la Micro cuenca Las Marías, donde se realizó el estudio, Municipio de Telica Departamento León, 2005.

3.3- Características biofísicas

3.3.1- Clima

El Municipio se caracteriza por tener un clima tropical seco y cálido; con lluvias aleatorias de verano. Las estaciones pluviométricas para la zona, presentan una precipitación promedio de 1,827 mm / año con mínimos de 1,200 mm / año y máximos de 2,492 mm / año. La temperatura media absoluta es de 39.4° C, con máximos de 42 °C y mínimos de 38° C. La temperatura media es de 27 °C, con máximos de 28.9 °C y la mínima de 26.1 °C. (PROTIERRA/MARENA, 1997).

3.3.2- Suelos

En Las Marías una gran parte del área está ocupada por la serie de suelos Argelia clasificados por CATASTRO (1971), como Typic Eutrandept (SSS, 1971). Consiste en suelos profundos y moderadamente profundos, bien drenados, de textura media, son suelos derivados de cenizas volcánicas recientes en la parte superficial del perfil, pero el subsuelo se deriva de cenizas volcánica más antiguas. Estos suelos se ubican en las partes altas de la cuenca. Son suelos con alta capacidad de retención de humedad y una zona radicular profunda. Tienen un alto contenido de materia orgánica en la superficie y moderadamente alta en el subsuelo. Son moderadamente altos en bases y una saturación de bases mayor del 50 %, alto contenido de potasio, y bajo contenido de fósforo.

Según estudios realizados por la UNA, (2003), estos suelos han sufrido pocas variaciones ya que se ubican en pendientes relativamente planas. Para la Micro cuenca Las Marías el área que comprende esta serie de suelos es de apenas el 1% del área total. Estos suelos en la actualidad están siendo usados con cultivos anuales y bosque denso.

3.3.3- Vegetación

Según PROTIERRA/MARENA, (1997), en el Municipio de Telica quedan muy pocos bosques, los últimos reductos se localizan en la Cordillera de Los Maribios y algunas manchas en las planicies: en el Sector Sur, en los lugares conocidos como montaña La Cueva del León y Montaña El Pegón; en el sector Norte, en sitios del Boté, sitios de Fátima y Lomas Las Mesas.

El Municipio de Telica se ubica en La Región Ecológica I, Sector del Pacífico, en la Formación Vegetal Zonal del Trópico. Están representados por Bosques medianos o bajos subcaducifolios de zonas cálidas y semi-húmedas, y en la Formación Zonal del Trópico; y por Bosques medianos o altos perennifolios de zonas muy frescas y húmedas, que es el área geográfica correspondiente a la Cordillera de Los Maribios (PROTIERRA/MARENA, 1997).

En Telica existen los siguientes bosques:

Bosque abierto (Ba), con 4,967.76 ha. que es el 11.89 % del territorio, es un bosque latifoliado, con especies perennifolias y caducifolias nativas, constituido por formaciones vegetales donde las copas de los árboles no logran entrecruzarse alcanzando alturas entre 5 y 10 metros con cobertura de copas desde 10 hasta 40 % (PROTIERRA/MARENA, 1997).

Bosque cerrado (Bc) con 1,581.62 ha. representa el 3.78 % del territorio, es un bosque perennifolio y caducifolio nativo, constituido por formaciones vegetales donde las copas de los árboles se entrecruzan con cobertura entre 70 y 100 % alcanzando alturas entre 10 y 15 metros (PROTIERRA/MARENA, 1997).

Bosque de galería (Bg) con 28.38 ha, representa el 0.07 % del territorio, estos bosques se destruyeron con el Mitch, son fajas de bosque que cubren las márgenes de los ríos pueden tener diferentes alturas y coberturas (PROTIERRA/MARENA, 1997).

Vegetación arbustiva (Va) 8,148.84ha, el 19.50 % del territorio, es el tipo de vegetación donde los elementos leñosos predominantes son arbustos

3.3.4 Topografía

Su sistema montañoso – volcánico está representado por una sección de la cordillera de Los Maribios o Marrabios, destacándose las alturas del El Cacao, Agüero, Divisadero y El Carrizal. De la cadena volcánica forman parte dentro de su jurisdicción, los volcanes Telica y Santa Clara. Cuenta con un solo río que lleva su mismo nombre: Telica. El municipio de Telica se encuentra a una altitud sobre el nivel medio del mar de 119 metros. (PROTIERRA/MARENA, 1997).

3.4 Proceso Metodológico

3.4.1 Localización de la muestra

El estudio se realizó en la comunidad Las Marías, obteniendo los fustes de una plantación pura de eucalipto, los cuales fueron transportados, almacenados y procesados en la propiedad del señor Germán Ramírez.

No se consideró un diámetro mínimo de corta si no de acuerdo al utilizado por la población en el aprovechamiento de esta especie.

3.4.2 Procedimiento para la recolección de la información

En este estudio se cubicaron once fustes de Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*). El procedimiento puede describirse de la forma siguiente:

1. Una vez ubicados los fustes en la finca se procedió a enumerar con marcador todos los fustes y medir en centímetros y pulgadas el diámetro mayor, menor y medio de cada fuste y la longitud del fuste en metros y

pies (Anexo3). El total de fustes fue de 11 de los cuales resultaron 13 trozas con la longitud establecida (8 pies)

2. Se estandarizaron las trozas a una longitud de 8 pies (2.44 metros) y se registró a que fuste correspondía y nuevamente se midió el diámetro mayor, menor y medio en centímetros y pulgadas (figura 2), se midió la longitud de la troza (L), los diámetros medidos se utilizaron para medir las secciones transversales y volumen.

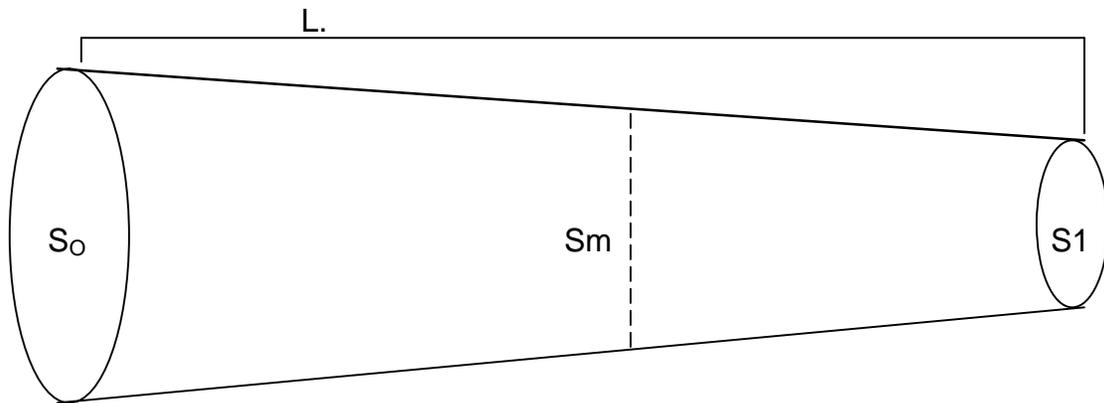


Figura 2: Modelo de medición de una troza en sus tres secciones diámetro (mayor, medio y menor) y su longitud.

3. Posteriormente, al estandarizado se cuadraron las trozas y se dibujó con una manila cubierta de aceite la cual abarcaba las trozas en toda su longitud, las líneas a seguir por el operario de la motosierra al momento de aserrarlas; registrando todas las piezas aserradas a las trozas de procedencia (foto 2).



Foto 2. Proceso de aserrado de la madera de eucalipto, utilizando motosierra en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.

4. Las piezas aserradas fueron también medidas en su ancho, grueso en centímetros y pulgadas y su largo en metros y pies. (foto 3)



Foto 3. Medición final de productos obtenidos en el proceso de aserrado en madera de eucalipto, Las Marías, Telica, 2005.

3.4.3 Análisis de la información

5. Para calcular el volumen de madera en metros cúbicos de la troza se utilizaron las fórmulas de cubicación las cuales según Prodán *et al* (1997) son: (Smalian, Huber y Newton) estas se utilizaron por ser las más usadas y sencillas, así como, por el hecho de proporcionar el grado de precisión necesario.

Fórmula de Smalian	Fórmula de Húber	Fórmula de Newton
$V = 0.7854 [(D^2 + d^2)] / 2 * L$	$V = S_m * L$	$V = L / 6 (S_o + 4S_m + S_1)$
Donde: V = Volumen D = Diámetro mayor d = Diámetro menor L = Longitud	Donde: V = Volumen S_m = Área de la sección media de la troza L = Longitud	Donde: V = Volumen S_o = Área de la sección mayor S₁ = Área de la sección menor

6. En el cálculo del volumen en pie - tablar de la troza se utilizaron las reglas de estimación maderera Scribner, Internacional y Doyle.(Prodán *et al* 1997)

Regla de Scribner	Regla Doyle	Regla Internacional
$V = 0.79 D^2 - 2D - 4 * L / 16$	$V = (D - 4)^2 * L / 12 * (1 - 0.25)$	$V_{p/t} = 0.398 D^2 - 1.085D - 0.2712$
Donde: V: Volumen en pie - tablar. 0.79: Constante. D: Diámetro de la sección menor. L: Longitud de la troza expresado en pie	Donde: V: Volumen en pie - tablar. D: Diámetro de la sección menor. L: Longitud de la troza expresado en pie. (1 - 0.25): Factor de ajuste, que compensa pérdida de costaneras y cantoneras.	

7. Para cubicar la madera aserrada se utilizó la fórmula del rectángulo sólido, se calculó en metros cúbicos y en pie tablar.(Benavides 2001)

$$Vm^3 = (a * g * l)$$

Donde:

- V = Volumen en metros cúbicos (m³).
a = Ancho de la pieza aserrada en metros.
g = Grosor de la pieza aserrada en metros.
l = Longitud de la pieza aserrada en metros.

$$V_{pt} = a * g * l / 12$$

Donde:

- V_{pt} = Volumen en pie tablar.
a = Ancho de la pieza aserrada en pulgadas.
g = Grosor de la pieza aserrada en pulgadas.
l = Longitud de la pieza aserrada en pies.

8. Con los valores obtenidos de la medición directa y por las reglas madereras se determinó la producción real versus la estimada por las reglas para determinar la estimación que cada una proporcionaba. (Prodán *et al* 1997).
Utilizando la fórmula siguiente:

$$R = V_o - V_r / V_r * 100$$

Donde:

- R = Rendimiento
V_o =Volumen real
V_r = Volumen estimado con una regla.

9. Cubicada la madera en rollo y la madera aserrada producto del procesamiento de la madera en rollo, se determinó el rendimiento de la materia prima, el cual según Benavides (2001) puede expresarse en términos de porcentaje o en la cantidad de pie tablar por metro cúbico de madera en rollo. Es importante mencionar que 1 m³ de madera aserrada es igual a 424 pie tablar.

$$R = V_o - V_r / V_r * 100$$

Donde:

R = Rendimiento.

V_o = Volumen aserrada en metros cúbicos

V_r = Volumen en rollo en metros cúbicos

El rendimiento en pies tablares por metro cúbico (pt/m³) se obtiene dividiendo el volumen de madera aserrados en pies tablares entre el volumen de madera en rollo obtenidos por cada una de las fórmulas aplicadas (Smalian, Newton y Huber).

10. Una vez aserrados los productos se determinaron todos los egresos que se hicieron desde la compra de los fustes, tumba, transporte, alquiler de la motosierra y pago al motosierrista; (Anexo 14) luego se cotizó el precio de los productos obtenidos para sacar los ingresos totales (Anexo 15) y posteriormente se calculó la ganancia neta mediante la siguiente fórmula de (Case y Fair 1997):

$$G_n = I_t - E_t$$

Donde:

G_n: Ganancia neta total

C_t: Costo total (E_t: Egreso total)

I_t: Ingreso total

3.5 Espesores y anchos de madera aserrada en este estudio

Se usaron estas dimensiones ya que según (Rodríguez, 1978), las dimensiones más comunes en las que se asierra y comercializa la madera aserrada varía de 4 a 12 pulgadas de anchura y de 4 a 20 pies en longitud, con incrementos de 2 pulgadas y de 2 pies respectivamente los espesores oscilan de ½ a 2 pulgadas en dimensiones nominales.

Descripción	Dimensiones
Tabla	1" * 12" * 8'
Cuarterones	2" * 3" * 8'; 2" * 4" * 8'
Reglas	1" * 2" * 8'

3.6 Materiales

El ámbito de trabajo fue la finca de Germán Ramírez ubicada en la comunidad Las Marías, se utilizaron fustes y trozas de la especie *Eucalyptus camaldulensis*. Para el levantamiento de la información se contó con formatos previamente elaborados en el programa de Excel, (Anexos 1,2). Se utilizó también materiales como: Cinta métrica para medir las longitudes y la cinta diamétrica se usó para la medición de los diámetros mayores, medio y menores de los fustes y las trozas, así como marcadores de tinta indeleble para el enumerado de las mismas.

El aserrado se realizó con una motosierra marca Oleo Mac año 2003, de 3/8 pulgadas de espesor y con una espada de 24 pulgadas longitud. Previo al aserrado se marcó con aceite negro y una manila las líneas a seguir al momento de aserrarlo.

La información obtenida fue procesada en el programa de Excel, al introducir en sus hojas de cálculos las fórmulas antes mencionadas. Para la obtención del análisis estadístico de las tres fórmulas de cubicación, se utilizó el programa SPSS en el que se determinó la significancia de éstas. En el caso de las reglas madereras y la medición directa se utilizó el análisis estadístico de Mann- Whitney; el cual es una prueba no paramétrica que se aplica cuando los datos no se distribuyen normalmente.

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Resultados

4.1.1 Cubicación de Madera en rollo

En la figura 3 se muestra el volumen de cada troza (Anexo 5) utilizando las tres fórmulas empleadas (Smalian, Huber y Newton). Un análisis de varianza demostró que no existen diferencias significativas ($p = 0.439$) entre los volúmenes estimados al utilizar cualquiera de las fórmulas (anexo 9). Lo cual significa que cualquiera de ellas proporcionará resultados similares.

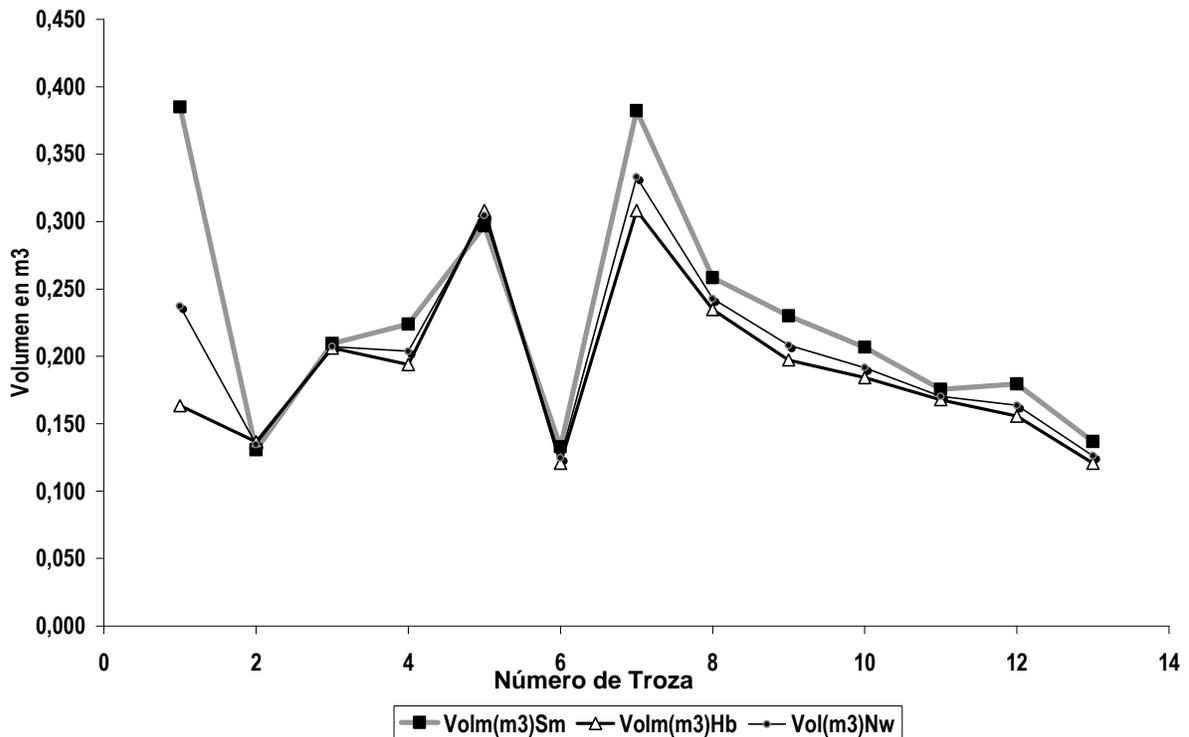


Figura 3: Comparación de las tres fórmulas utilizadas para medir madera en rollo, Telica, 2005.

El hecho de no presentar diferencia significativa se debe a las longitudes de las trozas (anexo 4), ya que según la Universidad de Chapingo (1987); citada por Soza 1990, refiere que Huber y Smalian proporcionan resultados de igual exactitud cuando se trata de trozas cuya longitud no exceda los 12 metros.

Según Soza (1990), al realizar cubicación de madera en rollo utilizando la fórmula de Smalian, Huber y Newton en tres aserraderos de Masaya no hubo diferencia significativa entre estas obteniendo resultados similares a los de este estudio.

Como se observa en la figura 3, Smalian presenta las mayores desviaciones, y las menores le corresponden a Huber y Newton se encuentra en el centro de los dos. El hecho de que Smalian sobrestima volumen en la troza uno fue debido a que esta poseía un diámetro mayor de 57.3 centímetros, pero en su diámetro medio y menor se reducía considerablemente (anexo 4). En cuanto a la troza número siete era la que presentaba mayores diámetros en sus secciones: medias y menor, por lo cual las fórmulas de Newton y Huber la ubican con el mayor volumen obtenido.

En el estudio se consideró que la fórmula que presenta ventaja en el trabajo de campo por efecto de facilidad es Smalian ya que esta utiliza los extremos de las trozas, secciones donde la medición no resulta difícil.

No obstante, es Newton el que proporciona resultados de mayor exactitud, ya que esta fórmula resulta de la asociación de Smalian y Huber.

4.1.2 Estimación de la madera aserrada

En la figura 4, se presenta los volúmenes estimados por las reglas madereras y el volumen calculado de las piezas aserradas con la motosierra por categoría diamétrica (anexo 10).

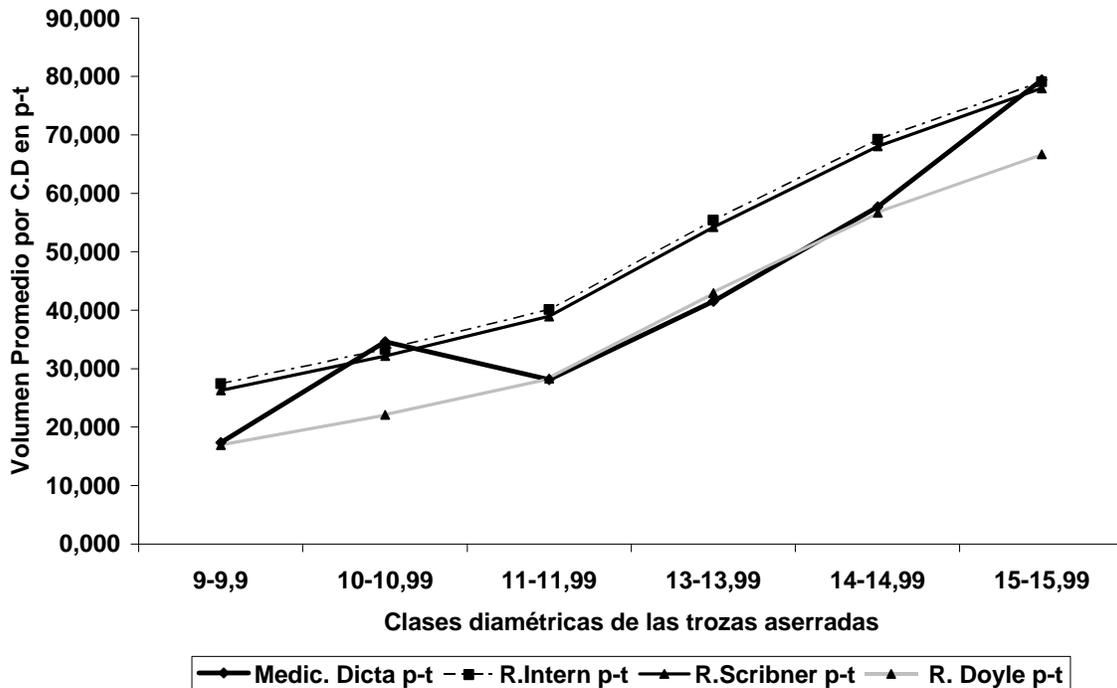


Figura 4: Estimación del volumen calculado por las reglas y el calculado por Medición directa Las Marías, Telica 2005.

Al aplicarse un análisis estadístico de Mann-Whitney, para comparar la madera aserrada (producto de la medición directa de la madera) con la regla Scribner, Doyle y la Internacional (anexo 11), encontramos que existen diferencias significativas ($p = 0.043$) entre la regla internacional y la medición directa, la regla de Scribner y la medición directa ($p = 0.044$), (anexo 12), sin embargo al comparar la regla Doyle con la medición directa no se encontró diferencias significativas ($p = 0.778$), (anexo 13). Lo anterior indica que para los diámetros de las trozas utilizados en nuestro estudio, la regla Doyle estima volúmenes más cercanos a los calculados una vez procesada la madera aserrada. La literatura indica que esta Regla subestima con diámetros pequeños, pero en nuestro caso, esta aproximación puede ser debido a la falta de pericia del operador de la motosierra, que pudo haber desperdiciado mucha madera y así como también a defectos y pudriciones que presentaron algunas trozas lo cual limitó el aprovechamiento máximo de las trozas, también a la aproximación entre los anchos de corte ya que Doyle asume un espesor de 8 mm y el de nuestro estudio es de 9 mm. Como se puede observar en la figura 4, la regla internacional y Scribner en

todas las categorías diamétricas estimaron valores similares de volumen y también sobre estimaron el volumen real obtenido una vez aserrada la madera. Lo anterior es confirmado, al utilizar la relación de la producción real versus la estimada por las reglas madereras (Cuadro 1.), donde Scribner y la Internacional presentaron una sobreestimación promedio de 17.3% y 15.1% respectivamente respecto a la producción real, mientras que la Regla Doyle subestima la producción real en un 12.7%.

También, es importante señalar que el volumen estimado utilizando las reglas madereras y el volumen real calculado incrementa a medida que aumentan los diámetros de las trozas. Esto indica que existe mayor rendimiento con diámetros mayores.

Cuadro 1. Producción real versus la estimada por las reglas madereras, en la Comunidad Las Marías, Telica, 2005

Categoría Diamétrica	Regla Internacional p-t	Regla Scribner p-t	Regla Doyle p-t
9 – 9,9	-36.763	-33.911	2.544
10 - 10,99	3.855	7.614	56.481
11 - 11,99	-29.762	-27.691	-0.569
13 - 13,99	-25.041	-23.481	-3.313
14 - 14,99	-16.619	-15.238	1.836
15 - 15,99	0.371	1.828	19.016
Promedio %	-17.326	-15.147	12,666

4.1.3 Rendimiento de la madera aserrada

El rendimiento de la materia prima en el aserrado con motosierra en la comarca Las Marías expresa la relación entre la madera que se asierra y el volumen de madera obtenido, al momento de realizar el estudio.

El rendimiento está expresado en porcentaje y en pie tablar por metros cúbicos, es decir, el porcentaje de la troza que realmente fue aprovechado al momento del aserrado y en la cantidad de pie tablares aserrado que se obtienen por cada m³ de la

madera en rollo. Cabe señalar que se determinó el rendimiento según el volumen expresado por cada una de las tres fórmulas de manera independiente.

Según estudios realizados por Benavides, (2001); en el aserradero Madriz utilizando sierra circular de 4 milímetros de espesor el rendimiento promedio de la materia prima es de 47.34 %. El promedio obtenido en este estudio fluctúa entre 34.6 -39.9 %.

Es importante mencionar que el tipo de sierra utilizada en la transformación de la madera influye de manera directa en el rendimiento. En este estudio se utilizó una motosierra Oleo Mac con cadena de un espesor de 3/8 de pulgadas que corresponden a 9 milímetros lo que significa mayores pérdidas por aserrín y menor rendimiento

La madera de la especie en estudio (Eucalipto) presenta un tipo dendrométrico de fuste cónico; sin embargo este que es considerado como un defecto de forma no influyó en nuestro bajo rendimiento ya que al estandarizar las trozas a una longitud de 2.44 metros se disminuyó su efecto, solamente la troza número 1 tenía bien acentuado este defecto.

El cuadro 2 muestra los rendimientos en porcentaje y pie-t/m^3 del estudio realizado por cada troza aserrada, y el volumen en rollo está expresado según Smalian. Y el rendimiento en porcentaje mayor lo obtiene la troza número 7 con 49.1%, ya que esta troza era la que presentaba los mayores diámetros, guardando una relación congruente en sus tres secciones, así como por no haber presentado defecto de rajaduras ni grietas. Y el rendimiento promedio de las trece trozas corresponde aun 34.6 %. El rendimiento en pt-m^3 mayor lo obtiene de igual forma la troza 7 con 207.5 y el rendimiento promedio de las trece trozas corresponde 143.6 pt-m^3 .

Cuadro 2. Rendimiento de las trozas evaluadas según el volumen expresado por Smalian, en la comunidad, Las Marías, 2005.

NTR	Vol(m ³) Smalian	Madera Aserrada Volumen real		Rendimiento %	Rendimiento pt-m ³
		Vol p-t	Vol m ³		
1	0.385	34.600	0.082	21.237	89.937
2	0.131	17.627	0.042	31.756	134.557
3	0.210	36.879	0.087	41.669	176.024
4	0.224	25.770	0.061	27.125	115.160
5	0.297	57.709	0.137	46.155	194.419
6	0.133	16.351	0.040	30.091	123.005
7	0.382	79.399	0.188	49.165	207.640
8	0.258	41.525	0.091	35.382	160.749
9	0.230	34.778	0.082	35.628	151.106
10	0.207	25.589	0.078	37.875	123.779
11	0.176	25.473	0.062	35.150	145.118
12	0.180	20.453	0.048	26.833	113.628
13	0.137	18.061	0.044	32.173	132.062
Promedio	0.227	33.401	0.080	34.634	143.630

(NTR/: Número de troza)

El cuadro 3 muestra también los rendimientos en porcentajes y pie-t/m³ del estudio realizado por cada troza aserrada, y el volumen en rollo ahora está expresada según Newton. Y el porcentaje mayor lo sigue obteniendo la troza número 7 por las características antes mencionadas con ahora con un 56.4 %. Al emplear la fórmula de Newton el rendimiento promedio de todas las trozas corresponde a un 37.6%. Con respecto al rendimiento en pt-m³ lo obtiene la troza 7 con 238.5 pt-m³ y un rendimiento en pt-m³ promedio de las trece trozas de 156.

Cuadro 3. Rendimiento de las trozas evaluadas según el volumen expresado por Newton, en la comunidad, Las Marías, 2005.

NTR	Vol(m ³) Newton	Madera Aserrada Volumen real		Rendimiento %	Rendimiento pt-m ³
		Vol p-t	Vol m ³		
1	0.237	34.600	0.0817	34.448	145.887
2	0.135	17.627	0.0416	30.815	130.570
3	0.207	36.879	0.0873	42.116	177.915
4	0.204	25.770	0.0607	29.786	126.456
5	0.304	57.709	0.137	45.010	189.596
6	0.125	16.351	0.04	32.052	131.019
7	0.333	79.399	0.188	56.474	238.507
8	0.243	41.525	0.0914	37.673	171.159
9	0.208	34.778	0.082	39.354	166.911
10	0.192	25.589	0.0783	40.848	133.494
11	0.170	25.473	0.0617	36.199	149.447
12	0.164	20.453	0.0483	29.451	124.713
13	0.126	18.061	0.044	34.900	143.255
Promedio	0.204	33.401	0.080	37.625	156.072

En el cuadro 4 se muestra los rendimientos en porcentajes y pie-t/m³ del estudio realizado por cada troza aserrada, y el volumen en rollo está expresada según Huber. La troza número 7 posee un porcentaje de 61 % conservando también aquí el mayor porcentaje. Al emplear la fórmula de Huber el rendimiento promedio de todas las trozas corresponde a un 39.9 % y el rendimiento en pt-m³ correspondiente a la troza 7, es de 257.6 pt-m³, el promedio a nivel de las trece trozas de 170.2 pt.

Cuadro 4 Rendimiento de las trozas evaluadas según el volumen expresado por Huber, en la comunidad, Las Marías, 2005.

NTR	Vol(m ³) Huber	Madera Aserrada Volumen real		Rendimiento %	Rendimiento pt-m ³
		Vol p-t	Vol m ³		
1	0.163	34.600	0.0817	50.001	211.753
2	0.137	17.627	0.0416	30.365	128.664
3	0.206	36.879	0.0873	42.343	178.875
4	0.194	25.770	0.0607	31.322	132.978
5	0.308	57.709	0.137	44.458	187.273
6	0.121	16.351	0.04	33.131	135.430
7	0.308	79.399	0.188	61.008	257.659
8	0.235	41.525	0.0914	38.934	176.886
9	0.197	34.778	0.082	41.526	176.122
10	0.184	25.589	0.0783	42.517	138.947
11	0.168	25.473	0.0617	36.747	151.711
12	0.156	20.453	0.0483	30.962	131.109
13	0.121	18.061	0.044	36.444	149.594
Promedio	0.192	33.401	0.080	39.981	165.923

4 1.4 Pérdidas por Aserrín

Las pérdidas que se abordaron en este estudio se limitan a la pérdida que sufre la madera al momento de ser aserrada.

Entre los factores que influyeron en la pérdida de madera, estuvieron: el espesor de la motosierra que era de 3/8, los defectos físicos que presentaron las trozas (grietas y rajaduras), las que al hacer un recuento visual correspondieron al 38 % del total. La pericia del operador fue otro factor importante ya que no siempre se mantenía en la línea trazada para aserrar la madera.

Las pérdidas varían según los diámetros (anexo 4), a mayor diámetro menor pérdida, esto se debe a que la pérdida por aserrín producto del espesor de corte de la motosierra es más significativa en una troza de 25 cm que en una de 40 cm. El espesor de corte de esta motosierra es de 9 milímetros, lo que significa que tres cortes (27 milímetros) en una troza de 25 cm equivalen a una pérdida en aserrín del 10.8 %, y en una de 40 cm los mismos tres cortes significan una pérdida en aserrín del 6.7 %.

4.1.5 Ganancia Neta

En el proceso de transformación de la madera en rollo a aserrada se desarrollaron actividades, a las que se le determinó su costo en córdobas. Una vez obtenidas las piezas producto del aserrado (tablas, cuarterones, reglas) se les cotizó de acuerdo a sus dimensiones su precio en el mercado. Así la ganancia se determinó al sacar la diferencia entre ingresos y egresos.

El cuadro 5 refleja los costos que se incurrieron para obtener los productos aserrados; los que van desde el momento de compra del fuste hasta el pago al motosierrista.

Cuadro 5. Descripción de costos en las etapas de transformación de la madera en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.

Descripción	Cantidad	Costo unitario (C\$)	Costo total C\$
Compra de fuste	11 fustes	65	715
Tumba	11 fustes	20	220
Transporte	2 viajes	150	300
Alquiler de motosierra	1*3días	100	300
Combustible y lubricante	4galones/ 1litro	48 35	227
Pago a motosierrista	3 cargas	200	
limatón	1 unidad	20	620
Total			2382

El transporte antes mencionado fue del lugar de plantación a la casa donde se aserró la madera (Gérman Ramírez).

Para el aserrado de la madera se contrató un motosierrista pues el alquiler de la motosierra no incluía dicho operador.

Dentro de estos costos no se tomó en cuenta la depreciación de la motosierra, porque la motosierra era alquilada y estos gastos correspondieron al dueño de la misma. El costo total fue de C\$ 2,382 (dos mil trescientos ochenta y dos córdobas). En la estructura de costos el cuadro 6 muestra que de 2,382 córdobas que representan el 100 % total de los costos, el mayor porcentaje lo ocupa la compra de fustes con 30 %, seguido del pago al motosierrista con 25 %. Los porcentajes más bajos le corresponden a la actividad de tumba con 9.24 %, y a la compra de lubricante y combustible con 9.53 %

Cuadro 6 Estructura de Costo en las etapas de transformación de la madera en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.

Descripción	Costo total (C\$)	Porcentaje (%)
Compra de fuste	715	30.02
Tumba	220	9.24
Transporte	300	12.59
Alquiler de motosierra	300	12.59
Combustible y lubricante	227	9.53
Pago a motosierrista y limatón	620	26.02
Total	2382	100

La compra de fustes representa el mayor costo por ser en esta actividad que se obtuvo la adquisición de la materia prima (madera en rollo), y la segunda es el pago a motosierrista ya que este fue un elemento importante puesto que en el recaía el trabajo de manipular la motosierra para realizar el proceso de transformación de madera en rollo a aserrada. En cuanto a los valores más bajos la tumba representa el lugar más bajo porque esta actividad se hizo con motosierra y con pocos números de árboles (once) cuyos diámetros eran pequeños por lo que no requirió de mucho tiempo y esfuerzo. La compra de lubricante y combustible representa el segundo lugar más bajo ya que este sólo se utilizó para el momento del aserrado cuyos números de trozas eran pequeños (trece)

En el cuadro 7 se observa los productos finales del aserrado los cuales son: tablas, cuarterones y reglas. Para determinar estos ingresos se investigó el precio de cada producto aserrado de acuerdo a sus dimensiones (Anexos 6, 7,8) en el aserrío Concepción (San Isidro-Matagalpa), en donde de acuerdo a estos datos se obtiene un total de C\$ 2,775 (dos mil setecientos setenta y cinco córdobas)

Cuadro 7. Descripción de ingresos que se obtienen de los productos del aserrado en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.

Descripción	Cantidad	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
Tablas	17	60	1,020
Cuarterones	37	40	1,480
Reglas	25	11	275
Total	-	-	2,775

Con los ingresos y egresos bien especificados se calculó la ganancia neta mediante la siguiente fórmula:

$$G: C\$ 2,775 - C\$ 2,382$$

$$G: C\$ 393$$

Las trece trozas de madera de eucalipto aserradas dieron un promedio de 33.4 pie tablares obteniéndose de esto una ganancia total de C\$ 393 (trescientos noventa y tres córdobas). La relación beneficio – costo resultante es de 1.164, esto indica claramente que al dividir los ingresos totales entre los costos totales este productor obtendrá 16 centavos de córdoba por cada córdoba invertido en cada pie tablar producido, relación que resulta satisfactoria, tomando en consideración los niveles de rentabilidad de la mayor parte de las actividades primarias de la economía de Nicaragua. Es decir la rentabilidad equivale al 16 %.

V. CONCLUSIONES

- Al comparar las tres fórmulas para cubicar madera (Smalian, Huber y Newton), se determinó que no existe diferencia significativa entre estas; es decir que la utilización de cualquiera proporcionará datos similares.
- Las reglas madereras: Internacional y Scribner respecto a la medición directa, presentan diferencia significativa; en cambio Doyle no presentó diferencia significativa y es la que se acercó más a la realidad.
- El rendimiento de volumen de las trozas una vez aserradas fueron muy bajos, tanto por el espesor de la cadena de la motosierra, y los diámetros de estas que eran pequeños. Por la pérdida de aserrín que la motosierra ocasiona no es una tecnología adecuada para el aserrado.
- Las ganancias netas obtenidas al realizar el proceso de aserrado utilizando la motosierra fue de C\$ 393(trescientos noventa y tres córdobas)

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de rendimiento utilizando la motosierra con adaptación de marco, ya que en experiencias realizadas en Toncontín (Honduras) y El Petén (Guatemala) se han tenido buenos resultados, ya que se obtienen productos con un mejor acabado.
- En estudios posteriores tomar en cuenta las costoneras y piezas que no poseen dimensiones uniformes para cuantificar cuanto aumentarían estas el rendimiento.
- Desarrollar en futuros estudios comparaciones entre el costo de aserrar la madera con motosierra y el costo de llevarla a un aserrío; para determinar si los bajos rendimientos obtenidos con esta se compensa con los bajos costos de utilización de la misma.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Benavides D.; Pauth W. 2001. Estudio comparativo del efecto del espesor del corte en el rendimiento y rentabilidad entre un aserradero con sierra circular de dientes fijos y un aserradero con sierra de banda vertical. Somoto. Universidad nacional agraria.
- Brown C. N.; Bethel S. J. 1983. Industria de la madera. 5ª edición, México. 397pág.
- Chan M. *et al.* 2002. Artículo de divulgación: Los defectos naturales en la madera aserrada .México. Disponible en:
[http //www.uady.mx/sitios/ingenier/revista/volumen6/losdefectos.pdf](http://www.uady.mx/sitios/ingenier/revista/volumen6/losdefectos.pdf)
- Case Kart E., Fair Ray C. 1997. Principios de microeconomía. Cuarta edición. México.620pág.
- CATASTRO. 1971. Levantamiento topográfico de la región pacífico de Nicaragua
- CEMAPIF – ESNACIFOR 1998. Manual técnico forestal/ ESNACIFOR Siguatepeque – Honduras. 220 pág.
- CONFEMADERA.2005. Primer Informe Madera-Material de construcción ACV Y Normativa.Madrid.España Consultado el 16 de Mayo del 2005. Disponible en
[http://.www.confemadera.es/confemadera_construcción capítulo1pd](http://.www.confemadera.es/confemadera_construcción_capítulo1pd)
- Dykstra, D.P.1996. Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO.FAOISBN 92-5-303690-7. Roma (Italia) .Consultado el 7 de Julio del 2005.Disponible en [http//wwwfao.org/docrep](http://wwwfao.org/docrep)
- FAO.1980. El eucalipto en la repoblación forestal. Roma. 723 pág.
- Fonseca Rivera O, Quirós C.D. 1999. Manejo Forestal Tropical N° 9. Aserradero manual de motosierra con marco equipo básico y modo de operación. Unidad de manejo de Bosques Naturales (UMBN), patrocinada por el Proyecto, TRANSFORMA (CATIE/COSUDE). Turrialba, Costa Rica.
- Henning Nikolaus. 1972. Medición I. Escuela Nacional de Ciencias Forestales Siguatepeque/ Honduras. 113 pág.
- Herrera Alegría. 1993. Propiedades y usos potenciales de cien maderas nicaragüenses. Editorial hispamer – Colombia.

Hernández D.; Acuña. 2004. Evaluación del estado actual del recurso suelo y análisis de escenario de uso de la tierra en la microcuenca Las Marías. Trabajo de diploma. Managua - Nicaragua.

[http://: www.fortunecity.es/bohemio/artnouveau/235/rincon/madera_clases05htm](http://www.fortunecity.es/bohemio/artnouveau/235/rincon/madera_clases05htm)

Kontro, Silva, Tercero, Vásquez.1998. Memorias de II curso de aserradero. INTECFOR. Proyecto 8 PROCAFOR. Santa Cruz – Estelí. 83pág.

López O. 1985. Industria de la madera aserrada. Managua – Nicaragua. 130 pág.

Mercado K. L., Mairena A M. 2005 Caracterización del consumo y comercialización de la leña procedente de la microcuenca Las Marías, municipio de Telica y Posoltega. Managua Nicaragua. Pág. 68.

Pérez M.R, Zeledón E. F. 2004.Manejo de rebrotes en plantaciones de Eucalyptus camaldulensis Dehnh, en tres comunidades del municipio de Telica, departamento de León.

Prodan Michail; Peters Roland; et al. 1997 Mensura Forestal. San José Costa Rica. Pág. 561.

PROTIERRA / MARENA. 1997. Propuesta de ordenamiento ambiental territorial para el desarrollo agropecuario de León.

Rodríguez, C. R. 1978. Coeficiente de refuerzo y aserrío en la práctica mexicana de producción de madera aserrada de pino. México y sus bosques.

Soza Jiménez. 1990. estudio preliminar comparativo de la industria de transformación primaria en tres aserraderos de Masaya. Universidad Nacional Agraria. Managua – Nicaragua. 130 pág.

SSS, 1971.Manual de Taxonomía de Suelos.

Tolosana E.; González G. 1999. El aprovechamiento maderero. Mundi – prensa. Madrid- España. 575 pág.

Universidad Nacional Agraria (UNA) 2003. Proyecto de validación de técnicas en fincas con fines de mitigación y producción en la microcuenca Las Marías.

ANEXOS

Anexo 4. Diámetros en (centímetros y pulgadas), longitud en (metros y pies) de las trozas, en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.

NTR	DM (cm)	Dm (cm)	Dm1 (cm)	Lt (m)	DM(plg)	Dm(plg)	D _{m1} (Plg)	L (pie)
1	57.3	27.05	29.2	2.44	22.559	10.650	11.496	8.000
2	27.1	25.1	26.7	2.44	10.512	9.882	10.669	8.000
3	35.7	30.2	32.8	2.44	14.055	11.890	12.913	8.000
4	38.2	29.6	31.8	2.44	15.039	11.655	12.520	8.000
5	41.4	37.2	40.1	2.44	16.299	14.646	15.787	8.000
6	27.7	24.9	25.1	2.44	10.905	9.803	9.882	8.000
7	49.3	39.5	40.1	2.44	19.409	15.551	15.787	8.000
8	39.5	33.7	35	2.44	15.551	13.268	13.780	8.000
9	39.8	28.6	32.1	2.44	15.669	11.260	12.638	8.000
10	36.6	28.6	31	2.44	14.409	11.260	12.205	8.000
11	31.2	29.3	29.6	2.44	12.284	11.535	11.654	8.000
12	33.1	29.3	28	2.44	13.032	11.535	11.024	8.000
13	28.5	24.8	25.1	2.44	11.220	9.764	9.882	8.000

Anexo 5 Comparación de tres fórmulas para calcular volumen en rollo en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.

Nº de Troza	Volumen (m ³) Smalian	Volumen(m ³) Huber	Volumen (m ³) Newton
1	0.385	0.163	0.237
2	0.131	0.137	0.135
3	0.210	0.206	0.207
4	0.224	0.194	0.204
5	0.297	0.308	0.304
6	0.133	0.121	0.125
7	0.382	0.308	0.333
8	0.258	0.235	0.243
9	0.230	0.197	0.208
10	0.207	0.184	0.192
11	0.176	0.168	0.170
12	0.187	0.156	0.166
13	0.137	0.121	0.126

Anexo 6. Cuadro de tablas con sus dimensiones correspondientes obtenidas producto del aserrado

NTBAB	An(m)	Lar (m)	Gr(m)	Vol(m3)	Lar (pie)	An(plg)	Gr(plg)	Vol (p-t)
4.1.1	0.26	2.44	0.035	0.022	8	10.24	1.38	9.421
4.1.2	0.26	2.44	0.035	0.022	8	10.24	1.38	9.421
4.1.3	0.26	2.44	0.035	0.022	8	10.24	1.38	9.421
4.1.4	0.265	2.44	0.031	0.020	8	10.43	1.22	8.483
4.1.5	0.266	2.44	0.031	0.020	8	10.47	1.22	8.516
4.1.6	0.269	2.44	0.025	0.016	8	10.59	0.98	6.919
				0.123				52.180
6.1.1	0.282	2.44	0.029	0.020	8	11.1	1.14	8.436
6.1.2	0.295	2.44	0.03	0.022	8	11.61	1.18	9.133
6.1.3	0.295	2.44	0.03	0.022	8	11.61	1.18	9.133
6.1.4	0.295	2.44	0.031	0.022	8	11.61	1.22	9.443
6.1.5	0.295	2.44	0.031	0.022	8	11.61	1.22	9.443
6.1.6	0.295	2.44	0.03	0.022	8	11.49	1.18	9.039
6.1.7	0.285	2.44	0.03	0.021	8	11.22	1.18	8.826
6.1.8	0.29	2.44	0.03	0.021	8	11.41	1.18	8.976
6.1.9	0.225	2.44	0.03	0.016	8	8.86	1.18	6.970
				0.188				79.399
7.1.1	0.0732	2.04	0.028	0.004	6,69	2.88	2.88	4.624
				0.004				
9.1.1	0.25	2.38	0.03	0.018	7,82	9.84	1.18	7.567
				0.018				
11.2.1	0.23	2.44	0.025	0.014	8	9.01	0.98	5.887

Anexo 7. Cuadro de cuarterones con sus dimensiones correspondientes obtenidas producto del aserrado

NCUART	Lar (m)	An(m)	Gr(m)	Vol(m3)	Lar (Pie)	An(Plg)	Gr(Plg)	Vol (p-t)
1.1.1	2.42	0.105	0.055	0.014	7.94	4.13	2.17	5.930
1.1.2	2.42	0.105	0.055	0.013	7.93	4.13	1.97	5.377
1.1.3	2.42	0.109	0.057	0.015	7.94	4.29	2.24	6.358
1.1.4	2.43	0.11	0.05	0.013	7.98	4.33	1.96	5.644
1.1.5	2.43	0.105	0.05	0.013	7.98	4.13	1.97	5.411
1.1.6	2.42	0.11	0.052	0.014	7.95	4.33	2.05	5.881
				0.082				34.600
1.2.1	2.42	0.105	0.055	0.014	7.94	4.13	2.17	5.930
1.2.2	2.42	0.107	0.05	0.013	7.94	4.21	1.97	5.488
1.2.3	2.42	0.11	0.055	0.015	7.93	4.33	2.17	6.209
				0.042				17.627
2.1.1	2.44	0.105	0.057	0.015	8	4.13	2.24	6.167
2.1.2	2.44	0.107	0.055	0.014	8	4.21	2.17	6.090
2.1.3	2.44	0.102	0.055	0.014	8	4.02	2.17	5.816
2.1.4	2.44	0.105	0.058	0.015	8	4.13	2.28	6.278
2.1.5	2.44	0.111	0.055	0.015	8	4.33	2.17	6.264
2.1.6	2.44	0.111	0.055	0.015	8	4.33	2.17	6.264
				0.087				36.879
4.1.1	2.44	0.11	0.05	0.013	8	4.21	1.97	5.529
8.1.1	2.44	0.105	0.055	0.014	8	4.13	2.17	5.975
8.1.2	2.44	0.105	0.055	0.014	8	4.13	2.17	5.975
8.1.3	2.44	0.101	0.050	0.012	8	3.98	1.97	5.227
8.1.4	2.44	0.105	0.055	0.014	8	4.13	2.17	5.975
8.1.5	2.44	0.101	0.054	0.013	8	3.98	2.13	5.652
8.1.6	2.44	0.105	0.055	0.014	8	4.13	2.17	5.975
				0.082				34.778
9.1.1	2.41	0.08	0.055	0.011	7.92	3.15	2.17	4.511
9.1.2	2.41	0.08	0.06	0.012	7.9	3.15	2.36	4.894
9.1.3	2.4	0.08	0.05	0.010	7.85	3.16	1.97	4.072
9.1.4	2.4	0.075	0.05	0.009	7.87	2.95	1.97	3.811
9.1.5	2.41	0.075	0.055	0.010	7.9	2.95	2.17	4.214
9.1.6	2.41	0.08	0.05	0.010	7.9	3.15	1.97	4.085
				0.060				25.589
10.1.1	2.44	0.08	0.05	0.010	8	3.15	1.97	4.137
10.1.2	2.44	0.08	0.05	0.010	8	3.15	1.97	4.137
10.1.3	2.44	0.08	0.05	0.010	8	3.15	1.97	4.137
10.1.4	2.44	0.08	0.05	0.010	8	3.15	1.97	4.137
10.1.5	2.44	0.08	0.058	0.011	8	3.15	2.28	4.788
10.1.6	2.44	0.08	0.058	0.011	8	3.15	1.97	4.137
				0.062				25.473
11.1.1	2.44	0.11	0.06	0.016	8	4.33	2.36	6.813
11.1.2	2.44	0.11	0.06	0.016	8	4.33	2.36	6.813
11.1.3	2.44	0.12	0.055	0.016	8	4.72	2.17	6.828
				0.048				20.453
11.2.1	2.44	0.12	0.05	0.015	8	4.72	1.97	6.199
11.2.2	2.44	0.11	0.055	0.015	8	4.13	2.17	5.975

Anexo 8. Cuadro de reglas con sus dimensiones correspondientes obtenidas producto del aserrado.

NREG	Lar (m)	An(m)	Gr(m)	Vol(m3)	Lar (Pie)	An(Plg)	Gr(Plg)	Vol (P-t)
3.1.1	2.4	0.05	0.029	0.003	7.9	1.97	1.14	1.478
3.1.2	2.4	0.055	0.03	0.004	7.89	2.17	1.18	1.684
3.1.3	2.4	0.052	0.03	0.004	7.88	2.05	1.18	1.588
3.1.4	2.4	0.051	0.03	0.004	7.91	2.01	1.18	1.563
3.1.5	2.4	0.052	0.03	0.004	7.9	2.05	1.18	1.593
3.1.6	2.4	0.059	0.033	0.005	7.88	2.32	1.3	1.981
3.1.7	2.4	0.06	0.03	0.004	7.9	2.36	1.18	1.833
3.1.8	2.4	0.06	0.03	0.004	7.9	2.36	1.18	1.833
3.1.9	2.4	0.05	0.03	0.004	7.87	1.97	1.18	1.525
3.1.10	2.41	0.054	0.031	0.004	7.92	2.13	1.22	1.715
3.1.11	2.41	0.051	0.03	0.004	7.92	2.01	1.18	1.565
3.1.12	2.4	0.061	0.03	0.004	7.9	2.4	1.18	1.864
3.1.13	2.4	0.052	0.031	0.004	7.9	2.05	1.22	1.646
3.1.14	2.4	0.065	0.03	0.005	7.89	2.56	1.18	1.986
3.1.15	2.4	0.055	0.034	0.004	7.9	2.17	1.34	1.914
				0.061				25.770
5.1.1	2.4	0.053	0.03	0.004	7.87	2.09	1.18	1.617
5.1.2	2.4	0.05	0.031	0.004	7.85	1.97	1.22	1.572
5.1.3	2.4	0,059	0.032	0.005	7.89	2.05	1.26	1.698
5.1.4	2.4	0.06	0.032	0.005	7.88	2.01	1.26	1.663
5.1.5	2.4	0.052	0.031	0.004	7.89	2.05	1.22	1.644
5.1.6	2.4	0.055	0.03	0.004	7.89	2.17	1.18	1.684
5.1.7	2.4	0.05	0.03	0.004	7.89	1.97	1.18	1.528
5.1.8	2.4	0.059	0.032	0.005	7.85	2.32	1.18	1.791
5.1.9	2.4	0.053	0.029	0.004	7.87	2.09	1.14	1.563
5.1.10	2.4	0.052	0.03	0.004	7.89	2.05	1.18	1.590
				0.040				16.351
7.1.1	2.44	0.06	0.027	0.004	8	2.36	1.06	1.668
7.1.2	2.44	0.055	0.03	0.004	8	2.17	1.18	1.707
7.1.3	2.44	0.052	0.031	0.004	8	2.05	1.22	1.667
7.1.4	2.44	0.053	0.027	0.003	8	2.09	1.06	1.477
7.1.5	2.44	0.053	0.03	0.004	8	2.09	1.18	1.644
7.1.6	2.44	0.06	0.032	0.005	8	2.36	1.26	1.982
7.1.7	2.44	0.06	0.031	0.005	8	2.36	1.22	1.919
7.1.8	2.44	0.055	0.031	0.004	8	2.17	1.22	1.765
7.1.9	2.44	0.051	0.0246	0.003	8	2.01	0.97	1.300
7.1.10	2.44	0.06	0.03	0.004	8	2.36	1.18	1.857
7.1.11	2.44	0.055	0.03	0.004	8	2.17	1.18	1.707
7.1.12	2.44	0.053	0.03	0.004	8	2.08	1.18	1.636
7.1.13	2.44	0.059	0.03	0.004	8	2.32	1.18	1.825
7.1.14	2.44	0.06	0.032	0.005	8	2.36	1.26	1.982
7.1.15	2.44	0.058	0.032	0.005	8	2.28	1.26	1.915
7.1.16	2.44	0.053	0.029	0.004	8	2.08	1.14	1.581
7.1.17	2.44	0.055	0.034	0.005	8	2.17	1.34	1.939
7.1.18	2.44	0.055	0.032	0.004	8	2.17	1.26	1.823
7.1.19	2.44	0.059	0.03	0.004	8	2.32	1.18	1.825
7.1.20	2.44	0.06	0.03	0.004	8	2.36	1.18	1.857
7.1.21	2.44	0.059	0.03	0.004	8	2.32	1.18	1.825

Anexo 9. Análisis de varianza en tres fórmulas para cubicar madera en rollo (Smalian, Huber y Newton) en la comunidad Las Marías

Fuente de variación	Gl	Sc	Cm	Fc	P
Fórmulas	2	0.008411	0.004206	0.842	0.439
Error	36	0.18042	0.004997		
Total	38	0.18886			

Anexo 10. Comparación de volumen obtenido por la medición directa versus el estimado por las reglas, en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.

C.D	Medición. Directa p-t	Regla Internacional p-t	Regla Scribner p-t	Regla Doyle p-t
9 - 9,9	17.346	27.430	26.247	16.916
10 - 10,99	34.600	33.316	32.152	22.111
11 - 11,99	28.157	40.088	38.940	28.318
13 - 13,99	41.525	55.397	54.268	42.948
14 - 14,99	57.709	69.211	68.084	56.669
15 - 15,99	79.399	79.106	77.973	66.713

Anexo 11. Análisis de Mann-Whitney en la Medición Directa y la Regla Internacional en la comunidad Las Marías, Telica 2005

	Volumen en Pie tablar
Mann-Whitney	45
Z	-2.026
Asymp. Sig(2-tailed)	0.043

Anexo 12 Análisis de Mann-Whitney en la Medición Directa y la Regla Scribner en la comunidad Las Marías, Telica 2005

	Volumen en Pie tablar
Mann-Whitney	47
Z	-1.924
Asymp. Sig(2-tailed)	0.044

Anexo 13 Análisis de Mann-Whitney en la Medición Directa y la Regla Doyle en la comunidad Las Marías, Telica 2005

	Volumen en Pie tablar
Mann-Whitney	79
Z	-0.282
Asymp. Sig(2-tailed)	0.778

Anexo 14. Formato de costos en las etapas de transformación de la madera en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.

Descripción	Cantidad	Costo unitario (C\$)	Costo total C\$
Compra de fuste			
Tumba			
Transporte			
Alquiler de motosierra			
Combustible y lubricante			
Pago a motosierrista limatón			
Total			

Anexo 15. Formato de ingresos que se obtienen de los productos del aserrado en la comunidad Las Marías, Telica, 2005.

Descripción	Cantidad	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
Tablas			
Cuarterones			
Reglas			
Total			